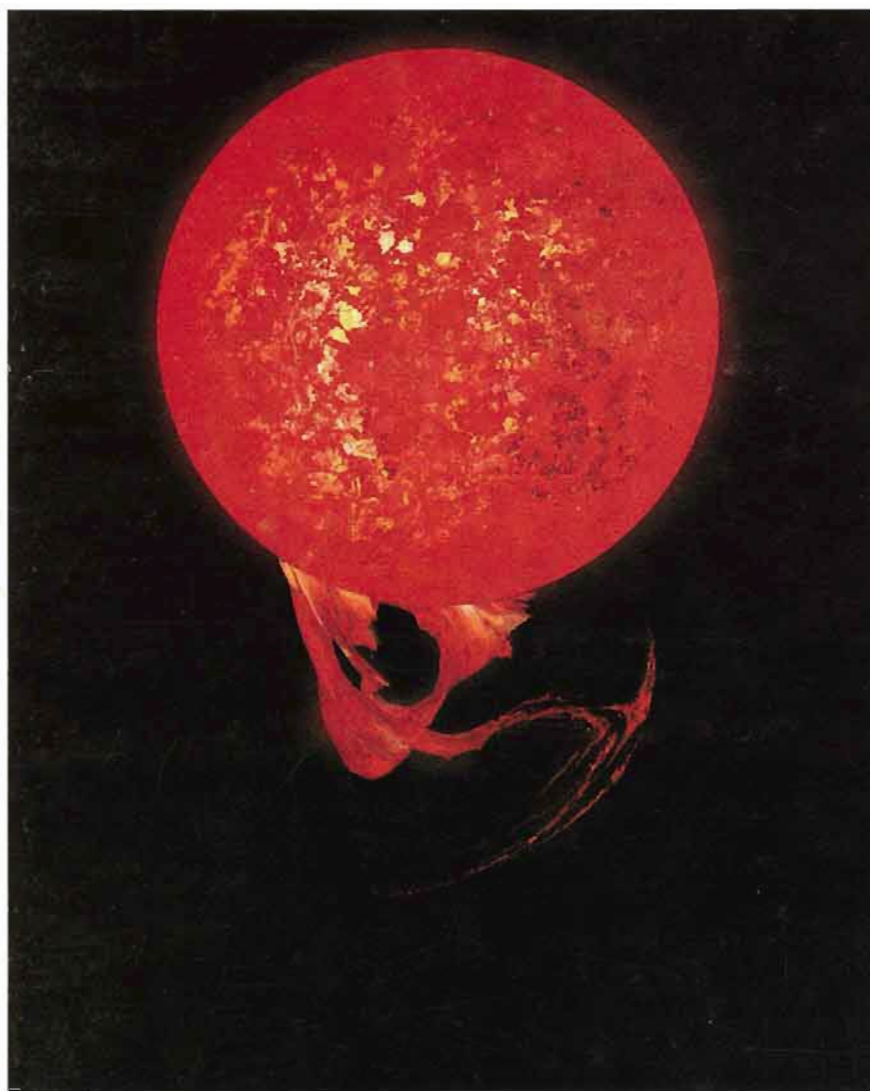


elementos



11 de julio de 1991, eclipse solar único

Moreno Corral, López Molina

La perversión de las drogas

*Miguel Angel Espinoza
Mondragón*

Humboldt, "Benemérito de la Patria"

Gunther Geissler

La vegetación destruida en el altiplano mexicano

Gerd Werner

La leña como fuente de energía

Montserrat García, Juan Manuel Chávez

Mendeleiev, ¿un científico romántico o clásico?

Sánchez Sandoval, González Vergara, Elizalde González

Revista de Ciencias Exactas, Naturales y Aplicadas elementos

REVISTA TRIMESTRAL
No. 15 • Año 4 • Vol. 2
OCTUBRE-DICIEMBRE DE 1990

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE PUEBLA

Rector

Lic. José Dóger Corte

Secretario General

Lic. Víctor Espíndola Cabrera

Secretario de Investigación y

Estudios de Posgrado

M.C. Enrique Dóger Guerrero

Consejo Editorial

María de la Paz Elizalde González

Enrique González Vergara

Julio Mendoza Álvarez

Hugo Navarro Castañeda

Leticia Quintero Cortés

Jesús Reyes Corona †

Luis Rivera Terrazas †

Raúl Serrano Lizaola

Cristóbal Tabares Muñoz

Gerardo Torres del Castillo

Editor

Jesús Mendoza Álvarez

Portada

Imagen retocada de la actividad solar

Tipografía, formación e impresión

Grupo Editorial Eón, S.A. de C.V.

Av. México Coyoacán 421, Xoco

Col. General Anaya, México, D.F.

Tels. 604-12-04 y 688-91-12

ELEMENTOS es una publicación trimestral de la Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Universidad Autónoma de Puebla. Los artículos firmados son responsabilidad de su autor. Se autoriza la reproducción de los artículos citando la fuente. Toda correspondencia debe dirigirse a: Revista *ELEMENTOS*, Av. Reforma 913-Planta Alta, Puebla, Pue., México. Tel. 46-8077.

Editorial	2
Hombre	
La perversión de las drogas <i>Miguel Angel Espinoza Mondragón</i>	3
Entorno	
La vegetación destruida en el altiplano mexicano <i>Gerd Werner</i>	9
Colectividad	
Mesura de la metrología en México <i>Héctor Gómez Vázquez</i>	27
Reporte	
En marcha el Programa Nacional Indicativo del Posgrado <i>Jesús Mendoza Álvarez</i>	31
A Plena Luz	
11 de julio de 1991, un eclipse solar único <i>Marco Arturo Moreno Corral y María Guadalupe López Molina</i>	36
Humboldt, un "Benemérito de la Patria" <i>Gunther Geissler</i>	42
Mendeleiev, ¿un científico romántico o clásico? <i>A.O. Sánchez Sandoval, Enrique González Vergara y María de la Paz Elizalde González</i>	49
Mijail Semionovitch Tsvet y la cromatografía <i>María de la E. Astorga Cantú, Enrique González Vergara y María de la Paz Elizalde González</i>	59
Una entrevista con Alfred Werner. El fundador de la química de coordinación <i>José Antonio Guevara García y Enrique González Vergara</i>	64
Saber y Hacer	
La edad del Universo <i>Manuel G. Corona Galindo y Héctor Vázquez Briones</i>	68
La leña como fuente de energía <i>Montserrat García, Juan Manuel Chávez, Ernesto Fuentes, Isabel Gracia, Estela González y Amparo Martínez</i>	73
Pasando Revista	
Actualidades	

Editorial

Los últimos meses de 1990 y los primeros cuatro del presente año han registrado un conjunto de hechos que, aun cuando son de índole diversa, afectan de manera directa e indirecta el perfil que se vislumbra para la investigación científica y tecnológica en los próximos años.

Algunos de estos sucesos obedecen al curso natural de la vida universitaria, unos más a eventos determinantes y por lo mismo imprevistos en el seno del acontecer político de la UAP, y otros se ajustan a los calendarios políticos por los que se guía la práctica política nacional.

Sin embargo, no es exagerado el afirmar que todos los puntos señalados son acciones y reacciones, algunas de sincronización, a una coyuntura histórica que vive el país. Por eso no es ociosa la atención que debe prestárseles por parte de la comunidad docente y de investigadores de nuestra máxima casa de estudios.

En el terreno universitario los actos más relevantes son, sin duda, el reingreso a una etapa de estabilidad institucional, la reactivación del Consejo de Estudios de Posgrado e Investigación y de la propia Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado, la definición de las tablas de puntaje que a pesar de las anomalías sucitadas son un primer paso indispensable hacia la búsqueda de la excelencia académica, así como el trámite para la obtención de las Becas al Desempeño Académico.

A su vez algunas instituciones de educación superior o centros de investigación han efectuado nombramientos estratégicos encaminados a mejorar su desempeño en el sector de la investigación. Es el caso de la UNAM que ha realizado nombramientos en las Coordinaciones de Investigación y de Estudios de Posgrado o en su Secretaría General. También el CINVESTAV cuenta desde el mes de diciembre con nuevo Director General.

Por su parte, el Gobierno Federal ha continuado, de manera a veces sorpresiva, con su política de modernización que recientemente ha derivado en la puesta en marcha de los Programas Nacionales Indicativo del Posgrado y el de Evaluación de la Investigación Científica y Tecnológica, el reciente nombramiento del nuevo Director del CONACyT y funcionarios de primer nivel, la creación del Comité Asesor del mencionado consejo, así como el inesperado anuncio presidencial de la asignación de nuevas partidas presupuestales como parte de una política de reactivación del sector ciencia y tecnología.

Todos estos hechos y eventos merecen la atenta reflexión de la comunidad universitaria poblana sobre todo en los casos de aquellos grupos vinculados a la investigación, en los que no puede haber comportamientos regidos por una actitud insular. Sobre todo en nuestro caso en el que por definición es determinante lo que sucede en la metrópoli.

La perversión de las drogas

Miguel Angel Espinoza Mondragón

El uso de las drogas en las sociedades contemporáneas se ha convertido en uno de los problemas más fuertes en salud pública. Casi todos los países del orbe –unos más, otros menos– sufren la proliferación de las farmacodependencias, vivo signo de la decadencia occidental. La información que al respecto difunden cotidianamente los medios de comunicación es apabullante.

Sin embargo, toda esta información atiende principalmente al último de los aspectos de la problemática, a sus consecuencias más visibles o sintomáticas, diríase. Se olvida que el uso de las drogas hunde sus raíces hasta el origen mismo de la cultura. Si bien sólo en las sociedades modernas se ha convertido en un problema grave, su existencia data de miles de años en contextos variados y diferentes.

Inicialmente las drogas formaron parte de rituales en las sociedades “primitivas” y continúan presentes entre sus descendientes. El uso que les daban y les dan atañe exclusivamente a la esfera de lo religioso. Pero recientemente su uso ha dado origen a importantes cambios en la modernidad, desde su aplicación en la psicoterapia y su reivindicación por pretendidos movimientos de “protesta”, hasta incluirlas como armas de guerra en proyectos militaristas.

El panorama de las drogas es muy complejo. Es imprescindible, pues, que cada individuo se responsabilice en el conocimiento del fenómeno, sólo así la sociedad en conjunto tendrá la posibilidad de combatir con eficacia las llamadas farmacodependencias, el narcotráfico y toda la secuela de conductas sociopatológicas que conllevan. El trabajo es difícil, porque para ello se requiere ubicar a las drogas en un contexto interdisciplinario y apelar al estudio de su historia y aplicaciones en la búsqueda de soluciones conjuntas.

Las drogas mismas, su uso y quienes las consumen son sujetos de estudio para las más diversas disciplinas, en forma individual o conjunta. Sociología, historia, antropología, criminalística, biología, química, etnobotánica, filosofía, literatura, arte, sicología, medicina,

religiones comparadas y hermenéutica son sólo algunas de las ramas del saber humano que unen sus esfuerzos por explicar y solucionar la problemática de las drogas.

Uno de los primeros pasos para comprender el fenómeno consiste en analizar su contenido, origen, situación y contexto geográfico y sociocultural donde surgen. Según los efectos que provocan, por ejemplo, las drogas reciben diferentes designaciones que dejan ver –más que nada– una multiplicidad inmensa de especies botánicas y de efectos sobre el hombre. En estudios especializados y trabajos de divulgación son comunes los términos de eidéticos, sicotógenos, alucinógenos, misticomiméticos, sicodélicos, *phantastica*, enteógenos, etcétera.¹

Definir íntegramente cada uno de estos términos llevaría a una larga digresión lingüística e interdisciplinaria. Por sentido común y por comodidad, al hablar de ellos se hace referencia, generalmente, a los términos de *drogas*, *estupefacientes*, *alucinógenos* o *sicoactivos*.

La naturaleza fantástica

Hace millones de años, cuando los océanos daban paso a la vida terrestre, aparecieron los vegetales, primeros organismos vivos fuera del mar. De ellos existen fósiles con 3 mil doscientos millones de años de antigüedad y a partir de su estudio ha sido posible confirmar que son la base vital y origen de todo lo que vive sobre los continentes.

De las postrimerías del siglo XVIII a la fecha, la botánica ha obtenido más conquistas que en el último milenio. Según algunos estudiosos, se sabe que existen unas 700,000 especies de plantas. De ellas se alimentan los animales y el hombre; incluso este último las aplica a la industria médica y textil, por mencionar algunos de sus usos. Además de las calorías y vitaminas esenciales que proporcionan, hay muchas especies que provocan reacciones indescribibles al nivel de los fenómenos psíquicos en el hombre, llevándolo a experimentar

Hombre

sensaciones por completo ajenas a su cotidianidad y hasta la muerte.

De los casi tres cuartos de millón de especies vegetales que habitan la Tierra, sólo se han utilizado 150 por sus propiedades alucinógenas. Por otro lado, el carácter interdisciplinario de su estudio ha permitido a la ciencia alcanzar grandes avances en la aplicación práctica de estas sustancias. Resalta, por ejemplo, el hecho de que casi todos los antibióticos de uso común provienen de los hongos, mismos que abarcan unas 200,000 especies del reino vegetal, muchas de ellas alucinógenas.²

La botánica ha determinado, junto con la etnología, cuáles plantas son y han sido consideradas como sagradas por las sociedades no industriales (léase "primitivas") y cuáles se siguen utilizando en ese contexto. Asimismo, esta ciencia determina los componentes de los vegetales y por qué producen efectos químicos.

Con la intervención de la química se han separado sus principios activos aislando los elementos psicoactivos que contienen, casi siempre una fracción del uno por ciento del total de la planta. Posteriormente, se establece la estructura molecular de los mismos y se sintetizan; es decir, llegan a fabricarse en el laboratorio para el consumo humano.³

Según la historia de la farmacología, el primer principio activo sintetizado fue la morfina, que viene a ser el principal alcaloide de la amapola. A partir de aquel suceso (1806) hubo otras síntesis importantes, como la de los hongos, cuyo principio activo es la silocibina, y la del peyote, el que se sintetizó la mezcalina.

Estos descubrimientos resultaron muy significativos para la psiquiatría, pues las sustancias sintetizadas comenzaron a administrarse en cápsulas o por vía intravenosa para el tratamiento de ciertas disfunciones químicas.

La historia subterránea

Como casi todas las historias, la de las drogas presenta facetas reservadas a los especialistas o conocedores. Al recorrer los diferentes estadios históricos y culturales de su devenir, uno se encuentra de inmediato con las diferencias y homogeneidades que unen o distancian a las culturas del planeta.

En la India, por ejemplo, los Vedas —libros sagrados del hinduismo— atestiguan el milenario uso de los alu-

cinógenos y su connotación sagrada. Sus páginas registran cómo hace unos 3,500 años los arios divinizaron a la *amanita muscaria* (nombre científico de un hongo alucinógeno y altamente venenoso llamado vulgarmente "matamoscas") a la que bautizaron como Soma, la bebida de los dioses. El Rig Veda atribuye la paternidad del Soma a Parjanya o dios del Trueno. En más de dos mil himnos que componen la obra, 120 están dedicados a Soma.

Según afirma Richard Gordon Wasson —uno de los más eminentes y rebaudidos estudiosos del tema y descubridor de María Sabina—, en los ritos de las cuevas de Eleusis en la antigua Grecia, se usaba un pequeño hongo —*claviceps purpurea*—, parásito del cornezuelo del centeno, para inducir al trance a los participantes de la iniciación religiosa que se lleva a cabo en ese lugar.⁴

Incluso, según afirma el mismo autor, se atribuye por ahí a Sócrates el haber profanado el ritual al utilizar el hongo para ofrecer una fiesta a sus amigos. Esto le ocasionó problemas con la ley y una obra satírica de teatro donde el filósofo es representado volando en éxtasis por las nubes.

Mucho tiempo después, ya en la Edad Media, el uso de las drogas alucinógenas fue muy común en Europa y sólo se ocultó porque la Iglesia Católica las consideraba parte de las herejías de su tiempo, mismas que la Inquisición se encargaba de castigar cruelmente. A través de los siglos nos ha llegado una imagen que aparentemente surgió de la fantasía popular de aquella época: la bruja montada en su escoba.

Es lugar común la descripción de una mujer volando sobre su escoba a la luz de la luna. Allá por los siglos XIII, XIV y XV la gente ya decía que las brujas "se van por el aire montando sus escobas para asistir al Sabbath". Las investigaciones más recientes han demostrado que este símbolo de la brujería no sólo hace referencias sexuales —como afirmación los freudianos—, sino que, sobre todo, describe cómo por medio de algunas drogas naturales las brujas se provocaban alteraciones de la conciencia para creer que participaban en el Sabbath, en lujurioso ayuntamiento con Sabaoth el demonio. Lo cierto es que lograban tales visiones untándose un curioso compuesto de drogas en la piala y en la vagina o —en su defecto— en el palo de la escoba que montarían para "volar".

El antropólogo Michael Harner, en un interesante ensayo acerca de la brujería medieval, apunta que... "Las brujas se frotaban el cuerpo con un ungüento que contenía alguna sustancia preparada con (beleño, mandrágora, datura —conocida como toloache en México— y belladona). Por ejemplo, hacia 1324, las autoridades de un poblado de Inglaterra ordenaron la investigación sobre una tal lady Alice Kieteler e informaron que '...al registrar la recámara de la dama, encontraron un tubo de ungüento con el que ella engrasaba un palo, sobre el que cabalgaba galopando y atravesando lo grueso y lo delgado en el momento y en la forma que ella lo quisiera' ".⁵

Las drogas en América

En nuestro continente hay indicios de que las plantas psicoactivas comenzaron a usarse hace unos 40,000 años. Según algunos antropólogos, durante las migraciones hacia América, los cazadores nómadas traían consigo gran parte de sus costumbres. Si bien no poseían tradiciones propiamente dichas y aún no abordaban la religión por entero, conservaron ciertos aspectos de sus creencias y prácticas mágicas. Entre otras, el uso de las plantas alucinógenas por algunos individuos de la tribu llamados "chamanes", quienes representaban el vínculo de unión con las fuerzas del universo.⁶

Esta concepción cósmica (pensamiento mágico o pre-religioso) prevalece desde entonces entre los grupos étnicos que sobreviven en las modernas naciones americanas y heredaron de sus antepasados el uso de las plantas sagradas.

Para los antiguos dichas sustancias representaron en muchos casos el centro de sus ritos y mitologías; entre los modernos indios, es el vínculo más fuerte con su pasado ancestral. Un ejemplo de los primeros se dio entre los antiguos nahuas, quienes conocieron el *teonanacatl* o carne de Dios (hongo sagrado), y de las segundas, entre los modernos huicholes, para quienes el peyote es una manifestación de Dios y hermano mayor de la tribu.⁷

Cuando los españoles colonizaron México y otras tierras del Nuevo Mundo, los únicos que se encargaron de recopilar datos acerca de la farmacopea religiosa fueron los monjes humanistas de principios de la Colonia, aunque su mayor motivación fuera erradicar

de las costumbres de los *paganos* el uso de esas plantas demoniacas y facilitar la evangelización. En ese aspecto destaca la labor de José de Acosta, Bernardino de Sahagún, Diego Durán y Hernando Ruíz de Alarcón, hermano del famoso dramaturgo español.

Después la Inquisición se encargaría de mantener al margen dichas costumbres. Por ello, durante siglos los ritos con plantas psicoactivas entre los indios permanecieron ocultos a los ojos de los occidentales y sólo a principios de nuestro siglo resurgió el interés por ellos.

Hacia 1915 el botánico estadounidense William E. Safford declaró que tras una investigación infructuosa era seguro que los hongos alucinógenos no existían e incluso afirmaba que la planta que algunos indios del pasado llamaban *teonanacatl* no era más que el cacto llamado peyote, conocido entre los indios del sur de Estados Unidos desde finales del siglo pasado.

Debido al prestigio del científico sus declaraciones se aceptaron como verdad absoluta en el medio etnobotánico. Sólo en México surgió una débil y sutil voz que insistía en afirmar que los hongos no sólo existían, sino que además eran la parte fundamental de un rito milenario oculto en la sierra de Oaxaca, en México.

Por su insistencia, el botánico Pablo Blas Reko recibió el consenso de algunas de las más altas autoridades en la materia: Robert J. Weitlaner —que de ingeniero se convirtió en antropólogo y experto conocedor de los indios mexicanos—, Jean Basset Johnson y Richar Evans Schultes, etnobotánico de Harvard y colaborador inmediato de Albert Hoffman, descubridor del LSD.

Hacia 1938 Schultes llevó a Harvard algunos especímenes de hongos oaxaqueños. Pasada la Segunda Guerra Mundial, el controvertido Richard Gordon Wasson y su esposa Valentina Pavlovna —expertos en el estudio de la micología psicoactiva— acudieron a Huabula de Jiménez, Oaxaca, a mediados de la década de los 50.

Ahí, por mediación de una predicadora del Instituto Lingüístico de Verano, establecieron contacto con una chamana mazateca (María Sabina) y se inició lo que podría llamarse el "boom" de los alucinógenos.⁸ La experiencia de estas drogas comenzó a rebasar las fronteras étnicas y científicas, y lo que alguna vez llegó a ser el fundamento magicorreligioso de múltiples culturas, se convirtió en causa de su extinción, so pretexto de que los occidentales quisieron compartir la experiencia extática, pero con fines totalmente distintos

a los que ordenaba la tradición cultural y religiosa de los indios.

Por otro lado, el descubrimiento de estos rituales permitió a los científicos penetrar más a fondo en el fenómeno de las drogas. Pudo divulgarse, por ejemplo, que en todo el continente americano existen tribus para las que las plantas psicoactivas continúan siendo de gran valor religioso y terapéutico.

Desde las selvas amazónicas hasta el sur de Estados Unidos, los grupos étnicos que habitan el continente aún consideran a las plantas sagradas como uno de los fundamentos de sus culturas. Entre las tribus sureñas del país yanqui, por ejemplo, es muy común el uso del peyote como sacramento que sustituye a la hostia de la comunión en el *sui generis* ritual católico que ellos practican.

Esta costumbre la adquirieron de las tribus tarahumara y cora del norte de México a fines del siglo pasado. En aquellos tiempos el alcohol causaba grandes estragos entre la población india, que poco a poco iba siendo exterminada por el *american way of life*. Algunos nativos de las reservas comenzaron a usar el peyote en sus ritos religiosos, por lo que surgió un nuevo sincretismo indio-católico al que se llamó "Iglesia Nativa Americana".

Según algunos estudios y estadísticas, en la medida que las tribus se han integrado a este nuevo culto, el alcoholismo se ha erradicado mayormente y la vuelta a las antiguas costumbres y tradiciones ha cobrado más fuerza.

De la mística a la terapéutica

Al difundirse el estudio de los alucinógenos en las décadas de los 50 y los 60, se determinó que los principios activos de estas plantas y algunas hormonas cerebrales (como la serotonina y la noradrenalina) tienen la misma estructura molecular. De esta relación algunos químicos y neurofisiólogos dedujeron que la extraordinaria potencia psicoactiva de esas sustancias puede actuar directamente en los mismos sitios del sistema nervioso en los que actúan las hormonas cerebrales cuando el individuo sufre alteraciones fisiológicas de la psique.

Según estos especialistas, al recibir dosis programadas de droga, ciertas zonas, del cerebro se alteran, se suprimen, se estimulan o se modifican y a partir de esta transformación de la conciencia desaparece la frontera entre la realidad y el ego, dejando al individuo hundido en una peligrosa experiencia de despersonalización.

Aprovechando todos estos conocimientos, comenzaron a provocarse experiencias en el laboratorio y muy pronto su aplicación derivó al campo de la medicina y la psicoterapia. Para estos fines las sustancias más utilizadas fueron la psilocibina, la mezcalina y el LSD o ácido lisérgico acetilamida, el alucinógeno más poderoso y peligroso.

Muchos psicoterapeutas se avocaron de lleno al trabajo con los psicotrópicos. Afirmaban que la experiencia alucinógena, al igual que el hipnotismo puede provocar fuertes reviviscencias de sucesos reprimidos en la niñez o antes del nacimiento. Decían provocar con ella una catársis benéfica para la cara, un instrumento que optimizaba la psicoterapia y reducía significativamente el tratamiento.

Alrededor de estos métodos y experimentos se creó toda una escuela en el campo de la psiquiatría. Para lograr sus propósitos utilizaron dos métodos: la psicólisis —de la que se dio una infortunada experiencia en México— y la terapéutica psicodélica.⁹

La primera se desarrolló en hospitales europeos y consistía en aplicar pequeñas dosis de alucinógenos en diferentes sesiones terapéuticas. Posteriormente, las experiencias del paciente se discutían en sesiones grupales y se plasmaban en pinturas, dibujos y texto. El término psicólisis lo inventó el psicoterapeuta junguiano Ronald A. Sandison (lisis significa disolución de tensiones y conflictos psicológicos).

La segunda terapéutica, la psicodélica, se desarrolló en Estados Unidos. Con una preparación individual intensa y predeterminada, cada paciente recibía una fuerte dosis única de sustancias psicoactivas para inducirlo a un trance místico religioso, del cual se partiera hacia una reestructuración de su personalidad neurótica. El psiquiatra Humphrey Osmond inventó el término.¹⁰

La inocuidad o peligrosidad de este tipo de aplicaciones fue muy discutida y hasta la fecha no hay consenso. Sin embargo, algunos sucesos posteriores al descubrimiento del LSD dejan ver cuán nocivo es en realidad el uso indiscriminado de estas sustancias.

De la terapéutica a la guerra química

Lo que en un principio pareció ser una panacea para profundizar en la patogenia humana y su corrección, se convirtió muy pronto en una maldición: miles de jóvenes llevados por la fiebre de la liberación mental, acabaron locos o muertos por usar los polvillos mágicos de la libertad interior. Finalmente el LSD fue prohibido hasta para usos científicos.

En 1969, Duncan B. Blewett afirmó en una obra suya que el descubrimiento del LSD fue uno de los tres más grandes descubrimientos científicos del siglo XX. Los otros dos eran la separación del átomo y el descubrimiento del papel bioquímico del DNA como material básico de la genética de la herencia.

En términos psiquiátricos, la propiedad principal de los alucinógenos es el producir estados esquizoides en el individuo y otros efectos de disfunciones mentales como la histeria, la neurosis, la paranoia, la depresión maniaca, la megalomanía y hasta estados místicos.

En este aspecto existe una curiosa y aterradora anécdota acerca del LSD. La droga (que se produjo por primera vez en los laboratorios Sandoz, de Suiza, en el año de 1938, mismo año en que se descubrió el ritual con los hongos) fue el sujeto principal de un proyecto militarista en el que se vieron perjudicados muchos jóvenes soldados, estadounidenses.

Al respecto, el botánico Peter T. Furst¹⁾ comentó que cuando el libro de Duncan Blewett estaba por imprimirse "...los periódicos de Estados Unidos estaban llenos de revelaciones de una experimentación secreta, a larga escala, que el Pentágono y la CIA llevaban a cabo con varios cientos de sujetos humanos, algunos de los cuales no sabían qué droga estaban ingiriendo (...)

"Las pruebas secretas, a cuyo resultado no tenía acceso la comunidad científica en general, continuaron durante más de doce años hasta el final de los años 60. En otras palabras: mucho tiempo después de que el LSD se había vuelto ilegal, de que se habían orquestado extensas campañas nacionales y locales para convencer al público de los riesgos de esa droga, y de que la manufacturación desautorizada, posesión, venta, uso e inclusive distribución libre se volvieron sujeto de largas penas de prisión.

"El New York Times del primero de agosto de 1975 citó al doctor Hoffman, quien desde principios

de los cincuentas había sido visitado repentinamente por investigadores del ejército de los Estados Unidos; éstos buscaban una manera de producir cantidades masivas de la droga. Hoffman aclaró que nunca le explicaron la razón del interés, pero a causa de las grandes cantidades que mencionaban supuso que se trataba de una investigación de armamentos.

"Una dosis normal experimental era de unos 250 o 300 microgramos, y el ejército estaba interesado por hallar un proceso para producir muchos kilos.

"La gente del ejército regresó muchas veces, dijo Hoffman al reportero, 'más o menos cada dos años para ver qué progreso técnico se había hecho'. Añadió que las visitas cesaron cuando otros investigadores lograron desarrollar el proceso a principios de los años 60. También dijo que en lo personal no le gustaba lo que perseguía el ejército, 'porque yo había perfeccionado el LSD para usos médicos y no de soldados o agencias de inteligencia', especialmente a la luz de los serios riesgos que implicaba ese potente psicoquímico.

"Para muchos debe ser la cúspide de la ironía y el cinismo oficial que en el momento en que la investigación médica civil era severamente obstruida por las restricciones legales y miles de jóvenes eran encarcelados y marcados de por vida con antecedentes penales por acusaciones relacionadas con el LSD, la droga era administrada secretamente a otros miles para determinar si podría resultar útil en la guerra química, y el ejército buscaba maneras para manufacturar cantidades equivalentes a literalmente decenas de millones de dosis experimentales individuales".

Vicio de la modernidad

El fenómeno de las drogas es, pues, tan complejo que no basta aplicar en su solución las acciones unilaterales de cada disciplina (el derecho, la medicina, la antropología, etc.), sino que exige emprender una batalla desde las bases mismas de todas las ciencias implicadas en el fenómeno.

De hecho es necesario aceptar que la agresividad en la sociedad industrial acaba con los afectos humanos y que los narcómanos son adictos a las drogas porque

CENIDT

¡AHORA!

Información actualizada sobre Ingeniería, Medicina, Administración y Economía, resúmenes de tesis de Maestría y Doctorado, y Sistemas de clasificación bibliohemerográfica.



Consulte nuestros Bancos de Datos en Disco Compacto con resúmenes hemerográficos de millones de referencias actualizadas

MEDLINE. COMPENDEX PLUS. DAO, BIBLIOFILE Y ABI/INFORM.

Además le ofrecemos la consulta y reproducción de las normas industriales de la IEEE

 **INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**
SECRETARIA ACADEMICA
CENTRO NACIONAL DE INFORMACION Y DOCUMENTACION TECNOLÓGICA

carecen de oportunidades materiales —en su mayoría— y de opciones educativas reales. Esto, básicamente, es producto de la falta de congruencia entre lo que se predica y lo que se hace en nuestra sociedad, de la degradación de los valores éticos y del desmedido progreso técnico, que sólo sirve a las élites y deja en una verdadera anemia espiritual a las masas.

A fin de cuentas habrá que subrayar la propuesta inicial: sólo conociendo en todos sus aspectos la fenomenología de la droga podrá emprenderse una acción conjunta de la sociedad y todos sus sectores para solucionar tan grave problema, como es el de las farmacodependencias. Pero ello forzosamente implica la adopción de una firme actitud de búsqueda y el abandono de prejuicios morales y cientificistas que sólo obstaculizan el análisis vivo del fenómeno...

Bibliografía

- 1.- Los alucinógenos. Roqueti, Salvador. Ed. Prisma.
- 2.- Plantas de los dioses. Schultes, Richard Evans, y Hoffman, Albert. Ed. Fondo de Cultura Económica (FCE).
- 3.- Ibid.
- 4.- El camino a Eleusis, Gordon Wasson, Richard. Ed. FCE.
- 5.- Alucinógenos y chamanismo, Harner, Michael J. Ed. Guadarrama.
- 6.- El Chamanismo, Eliade, Mircea. Ed. FCE.
- 7.- Los indios de México (tomo II y III), Benítez, Fernando. Ed. ERA.
- 8.- Teonanacatl, Gordon Wasson, Richard. Ed. FCE.
- 9.- Ibid., nota 1.
- 10.- LSD, individuo y sociedad, De Bold, Richard. Ed. Joaquín Mortiz.
- 11.- Alucinógenos y cultura, Furst, Peter T. Ed. FEC

La vegetación destruida en el altiplano mexicano

Gerd Werner*

Introducción

Casi diariamente se informa por medio de los sistemas de comunicación como diarios, revistas, radio y televisión, que muchos países del tercer mundo, a pesar de la ayuda recibida para su desarrollo, se empobrecen cada vez más; mientras que los países industrializados se enriquecen en la misma proporción. Solamente unos cuantos países en vía de desarrollo, es decir, aquellos que cuentan con suficientes materias primas, podrán lograr el ascenso dentro de la industrialización. También se publican una serie de razones, entre las cuales podríamos mencionar la balanza de pagos con saldos negativos, debido a las pocas exportaciones y al aumento de las importaciones, sobre todo en el ramo de los productos agrarios y de los energéticos. Si se comparan las estadísticas actuales con las de algunos años anteriores, se puede observar que muchos países del tercer mundo tienen que importar actualmente productos agrarios que hace algunos años podían exportar.

La situación de México ilustra perfectamente lo anteriormente expuesto. Aunque este país produzca grandes cantidades de petróleo y lo exporte a los Estados Unidos, no pertenece al grupo de países con excedente de capital. Existe en México un gran número de personas desempleadas, una balanza de pagos con saldos negativos y, como consecuencia de lo anterior, una deuda externa muy elevada, así como una política de tipos cambiarios dividida desde el mes de agosto de 1982. Todo esto indica la magnitud de los problemas económicos del país.

Según la FAO en el año de 1981, el país tuvo que importar durante 1980, 3.7 millones de toneladas de maíz, equivalentes a un costo de 588.9 millones de dólares. Este alimento, base de la alimentación del pueblo mexicano, se exportaba en el año de 1960. Asimismo, en 1980, se tuvieron que importar 800,000 toneladas de azúcar; un año antes México todavía se encontraba en la lista de los países exportadores de azúcar. Las cifras que son relevantes para el trigo arrojan cantidades similares: entre los años de 1969 y 1979 la producción total de este producto no ha aumentado considerablemente, aún cuando los montos de la producción por hectárea se elevaron en un 25%. La razón se encuentra en el hecho de que el área de cultivo total se redujo en 125,000 hectáreas y, para satisfacer las necesidades del país, se tuvo que importar en el año de 1979, una cantidad de trigo equivalente a 200 millones de dólares.

¿Existen cambios en las áreas de cultivo como consecuencia de una explosión demográfica?

Si las cantidades anteriores se atribuyen y comparan con las cantidades del desarrollo demográfico, se vislumbra el siguiente fenómeno: en el año de 1950 México tenía una población de 25 millones de habitantes; en 1970 contaba con 48 millones; es decir, casi se duplicó esta cantidad; y, en 1981, se confirmaron las predicciones del X Censo de Población (CONAPO, 1981) con 69.3 millones de habitantes. En 1990, la cantidad de habitantes sobrepasará los 98 millones, para alcanzar en 13 años la cantidad de 131 millones de habitantes (Fig. 1). Expresando estos datos en otros términos se tiene que: México se encontrará ante la situación de tener que alimentar, en los cuatro próximos años, por lo menos a 8

* Traducción del alemán: Hiltrud Boege, Puebla. Dirección del autor: Dr. Gerd Werner, Institut F. Bodenkunde und Bodenerhaltung der Justus-Liebig-Universität-Giessen, Wiesenstrasse D-6300 Giessen, Rep. Fed. de Alemania.

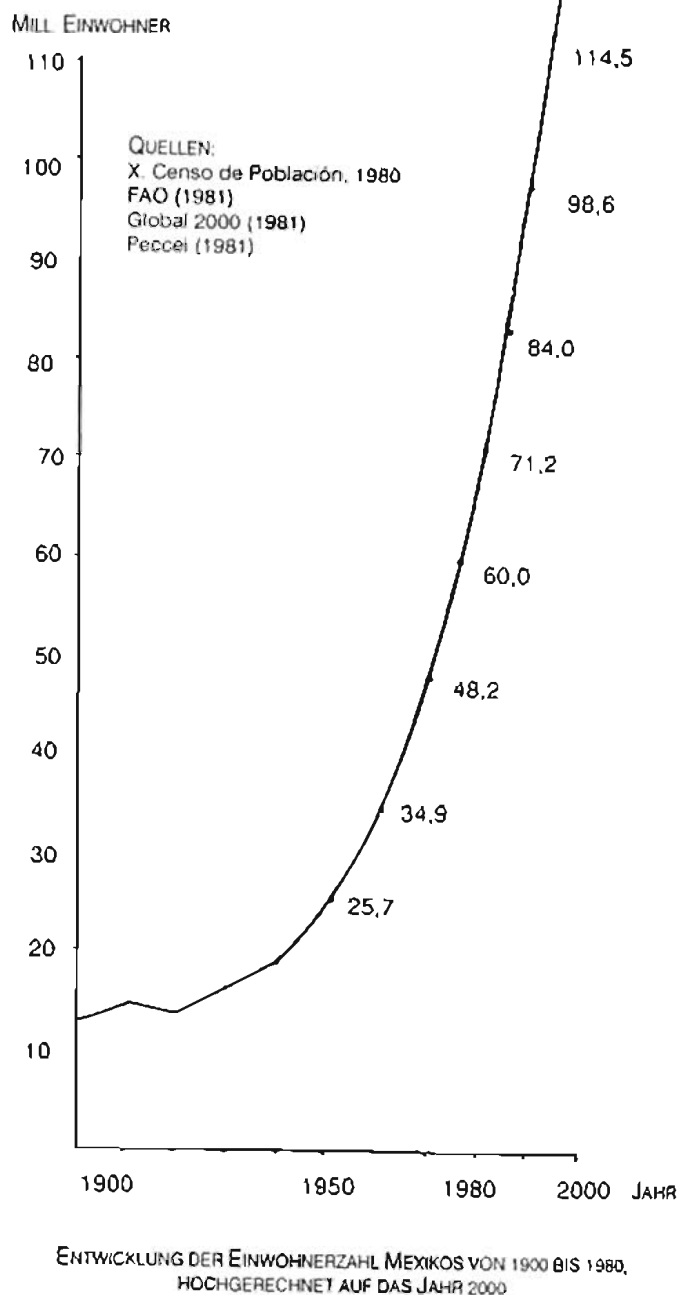


Figura 1. Incremento poblacional en México a partir de 1900 con una predicción hacia el año 2000. Las necesidades alimenticias crecen alarmantemente.

millones de personas más que en la actualidad; además, tendrá que construir escuelas y crear nuevas fuentes de trabajo para ese período.

Según las predicciones optimistas del gobierno mexicano, que parten de la suposición de que la campaña educativa transmitida por los medios masivos de comunicación tendrá efectos positivos ("La familia pequeña vive mejor"), la población se desarrollará como sigue:

Tabla 1
Desarrollo de la población hasta el año 2000
según predicciones del gobierno mexicano
(Consejo Nacional de la Población, 1981)

Año	Cantidad de habitantes en millones	Tasa de crecimiento en porcentajes
1980	69.3	2.7
1981	71.2	2.6
1982	73.0	2.5
1983	74.8	2.3
1984	76.5	2.2
1985	78.2	2.2
1986	79.9	2.2
1987	81.5	2.2
1988	83.4	2.1
1989	85.1	2.1
1990	86.9	2.1
1995	96.2*	2.1*
2000	106.5*	2.0*

* Valor promedio para cada 5 años.

Otras predicciones (GLOBAL 2000) consideran una tasa de crecimiento equivalente al 3.1%, y se teme que en los próximos 13 años, exista un incremento de la población en 42 millones de habitantes. Esta suma equivale a la población actual de los siguientes cuatro países: Bélgica, Holanda, Dinamarca y Finlandia. En el año de 1954, la Ciudad de México, apenas contaba con 3 millones de habitantes (Troll, 1955: 129), ahora hay 15 millones (CONAPO, 1981), y en 13 años más, habitarán 32 millones de personas y México se convertirá en la ciudad más grandes del mundo (CCE 721:57). Esto significa que la mencionada metrópoli crece, actualmente, a

razón de 20,000 habitantes por mes, cifra comparable a la población actual de Calpulalpan, Tlax. (SPP, 1982).

¿En qué relación se encuentran estos datos con la destrucción del suelo y de la vegetación?

Si se analizan los cambios ocurridos en el aprovechamiento de las áreas cultivadas, se percibe que las cifras antes mencionadas tienen que ver con la erosión de los suelos.

La pérdida de áreas cultivables, que casi no se percibe en la tabla anterior, parece estabilizarse, debido a la reducción de los bosques. Lo que es alarmante reside en el crecimiento de las áreas áridas (76%).

De esta comparación de datos se puede deducir que la producción agraria deberá incrementarse para asegurar la alimentación de la población. Es obvio que una extensión de la producción agraria se cargue a las áreas "no aprovechadas", en otras palabras, a los bosques. La solución indicada sería el intensificar el aprovechamiento de las áreas cultivables existentes.

¿Habrá una catástrofe ecológica en el altiplano mexicano?

Con ejemplos tomados de la situación prevaleciente en el altiplano central mexicano, que en parte está constituido por la Sierra Neovolcánica Transversal, se demostrará cuáles son los efectos que produce la explosión demográfica en México sobre la situación ecológica.

Premisas naturales

Situación geográfica y condiciones climáticas

El altiplano central mexicano se encuentra entre los meridianos 19 y 13 y está limitado al sur por una cordillera de 800 Km. de ancho, que atraviesa todo México en dirección Este a Oeste. El altiplano mismo está subdividido por volcanes y cordilleras volcánicas, que tienen una altura entre los 2100 y 2500 mts. Uno de los valles del altiplano está completamente ocupado por la Ciudad de México; el valle situado hacia el Este, ha sido el objeto de investigación de este proyecto (Fig. 2). La temperatura promedio anual oscila entre los 16 y 17°C; la precipitación pluvial promedio por año fluctúa entre los 800 y 1000 mm (véase Fig. 3 y 4) (Lauer, 1973); sin embargo un 90% de las lluvias o precipitaciones pluviales caen durante la temporada de lluvias en forma de aguaceros cortos, pero intensos, entre el período de mayo a octubre, midiéndose valores entre los 60-80 mm. por hora (Fig. 5). (Jáuregui, 1968; Klaus, 1975). El clima fluctúa de fresco a templado y a semiárido (Lauer & Stiehl, 1973; Lauer & Frankenberg, 1978).

Vegetación

La vegetación propia del altiplano es una especie de encino y de pino que se localizan en bosques semiáridos con unos juníperos (Klik, 1973). Los volcanes, el Popocatepetl (5452 m), el Iztaccíhuatl (5286 m) y el Ci-

Tabla 2
Cambios ocurridos dentro de las áreas de cultivo en México entre los años de 1961-1965 y 1977
(según datos de la FAO: Werner, 1981 a 379)

Año	Area cultivada	Porcentaje	Area de pastoreo	Porcentaje	Bosques	Porcentajes	Areas áridas	Porcentaje
1961/65	22.2	100	74.4	100	80.6	100	13.6	100
1965	21.9		74.4		77.2		18.2	
1972	21.7		74.4		73.0		21.6	
1977	21.7	-2.6	74.4	± 0.0	70.7	-12.7	23.8	+75.9

Datos en millones de hectáreas.

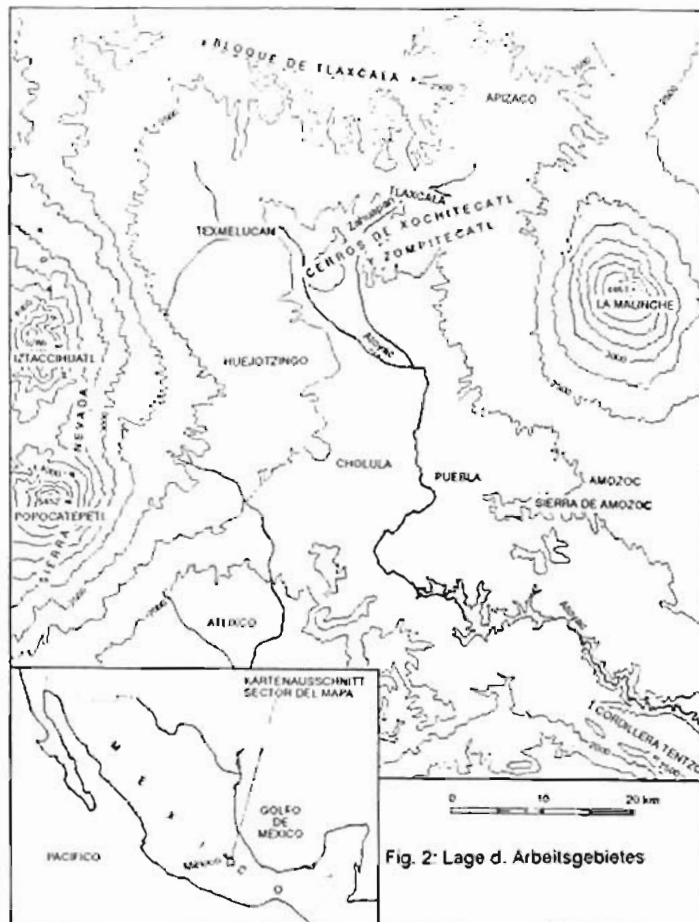


Figura 2. Ubicación de volcanes y cordilleras volcánicas que subdividen al altiplano central mexicano.

Uatépel o Pico de Orizaba (5700 m) se adentran bastante en la región nival. Sus laderas intermedias se encuentran entre los 2700 y los 3200 mts. y según la clasificación de Lauer su vegetación está compuesta primordialmente de bosques de pinos (semi-húmedos) con clases de *Quercus* (encinos piñoneros) así como de bosques de coníferas (sub-húmedas) como pinos, oyameles y encinos. Los taludes pendientes hacia el Golfo cuentan con bosques húmedos con neblina de pinos montañosos, entre ellos especialmente los especímenes de *pinus patula*. Son seguidos en su parte superior por la "tierra helada" o zona de hielo. En esta zona se encuentra un bosque no muy poblado con *pinus hardwegii* (pinos que crecen arriba de los 3900 mts. o en la zona del límite superior

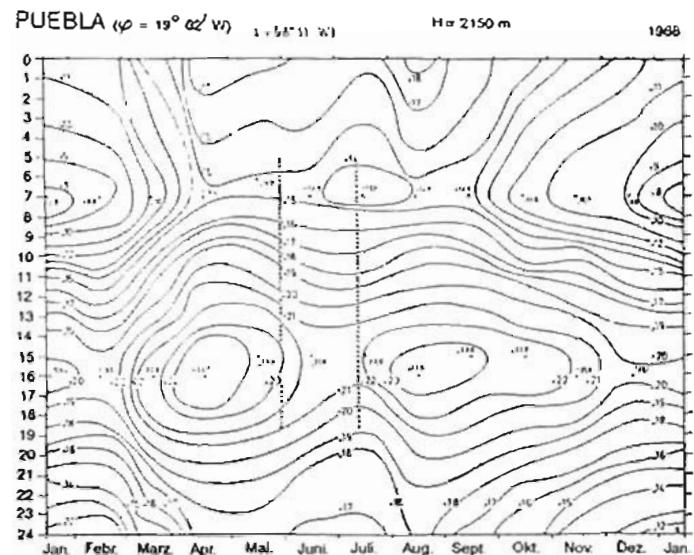


Figura 3. Tabla en la que se indica la temperatura promedio anual así como la precipitación pluvial promedio por año.



Figura 4. Ubicación de la zona Puebla Tlaxcala.

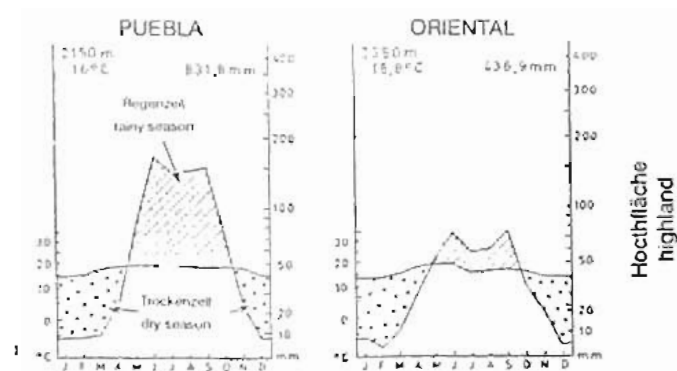
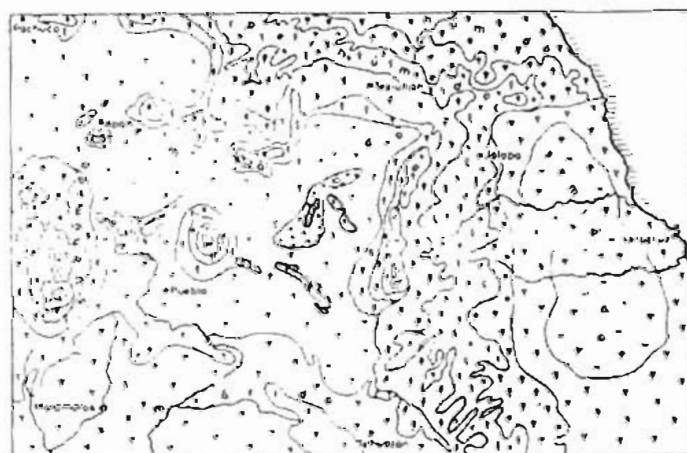
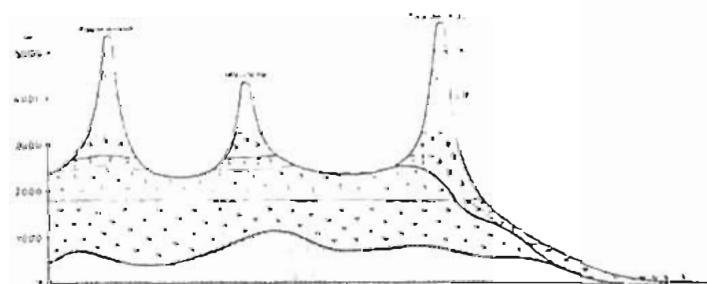


Figura 5. Gráfica de los valores de la precipitación pluvial en las zonas de Puebla y Oriental. Un 90% de las lluvias caen durante la temporada de lluvias en forma de aguaceros cortos.

del bosque), con un deslinde hacia la zona helada no muy bien definido. Los zacatonales, pastos duros, que crecen en los bosques, son de mucha importancia, llegan hasta las áreas nivales, encontrándose las especies y variedades conocidas como festucas y calamagrostis (Fig. 6).

Geología

Las áreas volcánicas se formaron en las épocas Terciaria y Cuaternaria: el Iztaccíhuatl y la Malinche están formados por ruinas volcánicas del Terciario; el Popocatepetl y el Citlaltépetl básicamente se formaron en el Cuaternario, los que estuvieron en actividad volcánica junto con algunos volcanes más pequeños en el Oleoceno y



- | | | |
|---|--|--|
| 1. selva tropical (0-400 m) | 2. bosque nublado de coníferas de montaña (1000-2000 m) | 3. bosque tropical caducifolio de montaña (hasta 1800 m) |
| 4. selva nublada (1400-2000 m) | 5. bosque de coníferas de alta montaña subhúmedo (abeto, pino, ciprés, quercus, álamo) | 6. bosque de aliso (Fraxinus) (hasta 1800 m) |
| 7. bosque tropical caducifolio (semihúmedo) | 8. bosque de pino (hurto) | 9. zacatonales (4000-4800 m) |
| 10. bosque tropical caducifolio húmedo | 11. bosque de pino y quercus (subhúmedo) (abeto y ciprés) | 12. formación periglacial (1800-3000 m) |
| 13. bosque húmedo de montaña (luz y faja líquida) con esp. tropicales en la capa inferior (1800-1800 m) | 14. bosque de pino y quercus (semihúmedo) (altiplano) | 15. nevado (5000 m) |
| | | 16. lagunas |
| | | 17. helofitas |

Distribución de la vegetación en la época actual.
a) Popocatepetl-Malinalco-Pico de Orizaba-Veracruz.
b) Cuadro generalizado.

Figura 6. Conformación vegetal del altiplano mexicano y su distribución en función de la altura.

en tiempos históricos (véase v. Erffa, *et al.*; 1977) En la parte sur de la Sierra Neovolcánica Transversal, las rocas cretácicas se elevaron hasta los 2700 mts. en la época del Terciario. Estos sedimentos limitan el valle de Puebla hacia el sur. En el norte del área de investigación, la actividad volcánica elevó sedimentos lacustres a zonas de 2500 mts. de altura, que fueron cubiertos por cenizas y material pomez de los volcanes circundantes en la época Cuaternaria.

Suelos

Los materiales base de los suelos se formaron en cenizas volcánicas de distintas edades, rodeadas de capas aeólicas con capas de pómez. Según la edad de las cenizas, las condiciones climáticas y la influencia de la erosión y acumulación se encuentran andosoles, regosoles, cambisoles, fluvisoles y gleysoles (véase Aeppli 1973; Aeppli & Schonhals, 1975; Kneib, *et al.* 1973; Miehlich, 1980; Werner, 1979; Werner, *et al.* 1978).

Dstrucción de los suelos por medio de la exterminación vegetal

Las cenizas finas volcánicas más antiguas que fueron depositadas sobre todo durante el Cuaternario, constituyen el material base de los cambisoles. Estas cenizas finas se parecen en su textura a la del loes. El cambisol, que se desarrolla a partir de las cenizas, es comparable en sus características a los suelos loes. Sin embargo, estos cambisoles muestran una característica especial, o sea, que debido a la situación especial climatológica del valle de los altiplanos, durante el proceso de erosión de los sedimentos volcánicos de loes, el silicio, que es almacenado en forma de óxido de silicio, se libera y por medio de la acción pluvial es transportado de los horizontes superiores a los inferiores.

Las precipitaciones con una intensidad menor de 1000 mm no son suficientes para lograr un deslave completo del óxido de silicio de las superficies. Si el SiO_2 se acumula en un subhorizonte, es decir, a una profundidad de 80 a 100 cms, por medio de la eliminación de las capas superiores, éste llega a la superficie, y por medio de la acción de los rayos solares

Se puede observar que muchos países del tercer mundo tienen que importar actualmente productos agrarios que hace algunos años podían exportar.

y el resecamiento, se produce un endurecimiento del suelo que es irreversible. Se crean los duripones, que en México se conocen vulgarmente como "tepetates". La calidad del suelo duripán o tepetate los hace inservibles tanto para el aprovechamiento agrícola como para la producción vegetal. Para hacerlos productivos de nuevo, habrá que emplear tratamientos caros para su mejoramiento (véase fotos 1 y 2 Appli, 1973; Schonhals & Appli, 1975, Miehlich, 1978). Debido al clima templado y húmedo, en las laderas de las zonas montañosas se desarrollaron, a partir de las cenizas volcánicas del horaceno los andosoles (Miehlich, 1974, 1980).

Los andosoles se caracterizan físicamente por un volumen de porosidad total muy elevado (70%) y su densidad aparente arroja valores en extremo bajos (0.85 g/cm^3). El proceso de cambio de estos suelos, se realiza básicamente hacia material amorfo, proceso observable en la descomposición de pastos volcánicos. Según el volumen del material base que puede encontrarse a proporciones intermedias para la retención del agua, sirven como almacenamiento de este líquido, mismo que es utilizado por las plantas en épocas de sequía.

El hombre al cultivar la tierra forzosamente interviene y modifica la vegetación natural-silvestre y destruye bosques en los lugares en donde se "cultiva". Al igual que otros países con culturas avanzadas, también en el altiplano central mexicano las áreas boscosas se convirtieron en áreas agrarias de cultivo. Este fenómeno se produce ya a partir de la época de los toltecas y chichimecas, intensificándose durante el dominio de los aztecas en el área ocupada por los tlaxcaltecas. Desde esos tiempos se ha estado desbalanceando el equilibrio ecológico, como se ha podido demostrar por medio de nuestras investigaciones (Heine, 1976; Lauer, 1979; Wernes, 1981 b y la literatura mencionada en esas bibliografías). Aún en la actualidad encontramos áreas des-



Fotos 1 y 2. Suelo "tepetate" o duripon, formado como producto del proceso de erosión. Estos suelos son inservibles para el aprovechamiento agrícola.

truidas en esos tiempos que siguen siendo inservibles para el aprovechamiento agrícola de cultivo.

La explosión demográfica, observable en la actualidad, y la intervención humana en el equilibrio natural del paisaje por medio del "cultivo" traen como consecuencia la destrucción de los suelos; destrucción de una magnitud nunca antes conocida y que ocasiona daños irreversibles, que afectan directamente al hombre ya que se está destruyendo la base de su alimentación; en otras palabras, las condiciones necesarias para un suelo productivo.

Desde hace más de 3000 años, el producto alimenticio cultivado en México es el maíz, el cual no solamente se siembra en los valles adecuados por su clima, sino que también se invaden de manera intensiva, los bordes de las regiones montañosas y boscosas. Para poder cultivar las zonas boscosas, se tala quemando los bosques.

Se puede observar que en la actualidad ya se sobrepasó el límite climatológico adecuado de esa zona, ya no hay garantía para las cosechas; sin embargo, se siguen destruyendo grandes áreas de zonas boscosas necesarias para mantener el equilibrio ecológico. (Ern: 1973)

Algunos de los datos obtenidos por medio de la observación y el estudio del área de la investigación se usarán como ejemplos representativos para ilustrar las consecuencias que ya son una realidad.

La destrucción de la vegetación silvestre forzosamente tiene como consecuencia una erosión de vida en las condiciones climatológicas prevalecientes. Esta erosión ocurre en la superficie y provoca la formación de zanjas profundas; con ello se produce la destrucción del suelo y, consecuentemente, el malpaís que queda ya no es aprovechable para la agricultura. Las precipitaciones pluviales de mucha intensidad en cada temporada de lluvias provocan un alto grado de erosión y deslavan 80 toneladas por hectárea aproximadamente (Wegner, 1978), en las regiones descritas anteriormente. El cambisol desaparece cuando disminuyen los estratos superiores quedando con el dunpans, un paisaje destruido irreversiblemente.

Como consecuencia de lo anterior, se produce una migración humana de las zonas destruidas a la ciudades o a las zonas boscosas sobrantes.

Por otro lado, la destrucción de los bosques en la época de sequía, se realiza por medio de incendios pro-

vocados intencionalmente, con la finalidad de eliminar los pastos demasiado altos. A través de los vientos que bajan por las laderas, el fuego se propaga a toda la región; éste fenómeno tiene como consecuencia que la regeneración de los árboles jóvenes no se produzca y sólo algunos árboles maduros se salven, generalmente los pinos. Al no existir una regeneración de árboles jóvenes en los bosques, se agudiza el problema de extirpación de especies vegetales; en este caso encontramos sobre todo el *pinus-hardwegii*, que tiende a desaparecer en los límites superiores de las áreas boscosas debido a las razones antes mencionadas.

El pastoreo en los bosques es práctica común en los altiplanos mexicanos, ya que debido a una agricultura intensiva no se cuenta con áreas adecuadas para pastoreo. El ganado bovino y vacuno son arriados al bosque. Las cabras en especial constituyen un peligro para los árboles jóvenes. Si estas plantas lograron sobrevivir las consecuencias de los incendios, de cualquier forma serán destruidas por las cabras. Las reforestaciones de árboles jóvenes realizadas por dependencias gubernamentales son escasas y de deficiente planeación, lo cual tiene como consecuencia la no supervivencia de las reforestaciones. A fin de ejemplificar se mencionará el siguiente hecho:

En febrero de 1982, el autor del presente estudio encontró en la ladera norte límite inferior del bosque del volcán de La Malinche, una plantación de árboles que abarcaba aproximadamente 10 hectáreas. Este plantío había sido realizado en el año de 1979 con asistencia del presidente de la república. Al inaugurarse dicha plantación, se tuvieron que sacrificar árboles de un área de por lo menos 100 x 100 mts. Sin tomar en cuenta la tala mencionada en aquella fecha, actualmente se constata que el 90% de los pinos plantados perecieron, inclusive el árbol plantado simbólicamente por el señor presidente ha sido destruido y maltratado por las cabras.

Por medio de la producción ilegal de carbón vegetal, se daña una porción importante de los bosques. Esta práctica para la obtención de energéticos domésticos, causa daño a la ecología vegetal, ya que sobre todo se talan encinos, los cuales son los adecuados para la producción de carbón.

El carbón vegetal sigue siendo, al igual que en el pasado, la única fuente energética para la producción

de alimentos, sobre todo de las regiones rurales. (Foto 3)

Otra faceta de la explotación inadecuada de los bosques la constituye el uso y la explotación de madera resinosa o de ocote. Esta clase de madera se comercializa en los mercados rurales y en algunos citadinos. Además de los beneficios obtenidos por la madera resinosa, indirectamente se crea una situación "favorable" desde el punto de vista explotación, ya que para obtener las resinas se descortezan a los árboles, y estos a consecuencia de lo anterior, se secan y mueren. Un árbol seco puede talarse "legalmente" sin permisos especiales. De esta forma se están sacrificando muchos árboles "legalmente".



Foto 3. La producción vegetal de carbón continúa como única fuente energética para la producción de alimentos. Es otro factor de erosión.

Otra práctica que es perjudicial para la conservación de los bosques es el robo de árboles vivos y sanos en el altiplano central mexicano, a pesar de existir medidas legales que sancionan fuertemente esta clase de actividad (Foto 4). Para que una porción de la población pueda sobrevivir, los hombres de las comunidades son explotados por comerciantes sin escrúpulos que les compran madera de tala. En el caso de que



Foto 4: La tala ilegal es fatal para la conservación de los bosques.

algunos empleados de las dependencias forestales no sean corruptos, solamente pueden aprehender a los campesinos pobres en el momento de realizar el robo. Se les confisca su herramienta y se les encarcela por algunos días, ya que por lo general estos campesinos son demasiado pobres para pagar una fianza o multa.

En algunas regiones se practican otras actividades ilegales como son: "las ocupaciones de tierras" de regiones boscosas.

Estas áreas se desmontan inmediatamente convirtiéndolas en zonas semi-desérticas. Tales prácticas de ocupación de tierras no son fenómenos aislados, sino índices de las tensiones sociales existentes. Como ejemplo de lo anterior, cabe mencionar la destrucción del área boscosa del Cerro de Manzanilla que se encuentra al norte de la ciudad de Puebla (población urbana de aproximadamente un millón de habitantes), cerca de las laderas bajas del volcán de la Malinche, la cual en un principio fue destinada como área recreativa de la población urbana de Puebla. Después de la ocupación de esas tierras por los habitantes procedentes de las ciudades perdidas de la periferia de Puebla, en un corto lapso se taló ilegalmente la mayoría del bosque, se inició el "cultivo" de las tierras desapareciendo un área boscosa de 1200 hectáreas.

Otra forma de destrucción del bosque se manifiesta en el hecho de que el gobierno fomenta, o por lo menos permite, que se realicen cambios agravantes de la naturaleza, sobre todo en regiones que al ser intervenidas se erosionan rápidamente.

Un ejemplo de lo antes expuesto, es el siguiente. En el invierno de 1982 se construyó un centro recreativo en el volcán de la Malinche, a una altura de 3000 mts. en las zonas boscosas que consiste en un área de 10 has., con 35 cabañas, y 16 albergues una tienda de artesanías, una cafetería, una sala de descanso, un salón para reuniones, un gran estacionamiento y zonas de juegos. Estas cabañas fueron construidas conforme a un convenio del IMSS y el Gobierno del Estado de Tlaxcala y funcionan todos los días del año; los fines de semana grupos y familias, aparte de los ya hospedados, visitan el lugar y sus alrededores, tirando la basura en los alrededores; a más de dañar el bosque con pequeñas fogatas. En esa zona, debido a la altura, las cabañas necesitan calentarse, y obviamente, fueron planeadas con chimeneas que se abastecen con la madera necesaria del bosque circundante y que se vende legalmente.

Un aspecto adicional que acelera los procesos de la erosión se produce por medidas erróneas de conservación del bosque. Un ejemplo de la destrucción de la vegetación se realizó en la zona de los límites superiores de la región boscosa; con la finalidad de almacenar agua de la superficie, la dependencia forestal mandó excavar zanjas que protegieran contra la erosión, estas zanjas atraviesan conjuntos de zacatonales muy densos. La consecuencia de esta medida fue la interrupción y destrucción de una capa aislante cerrada de vegetación de los pastos mencionados. Todas las noches, debido a la altura, las temperaturas bajan hasta el punto de congelación. A los 4000 mts.; las heladas penetran en el suelo, ahora desprovisto de vegetación, y las raicillas de los zacatonales se congelan. Este proceso diario de congelación y descongelación, produce que se evapore una parte del agua; otra, penetra cerca de la superficie en las partes abiertas para congelarse nuevamente la siguiente noche destruyendo, con este proceso, partes importantes de los mencionados zacatonales entre los espacios que quedan entre zanja, y zanja. Por lo tanto, una medida bien intencionada para combatir la erosión, se convierte en la causa de la misma. En otras palabras,

las dependencias gubernamentales están fomentando la erosión con algunas de estas medidas.

Al pie de las laderas de las sierras y de los volcanes, se depositan los materiales sueltos de los suelos de las regiones altas y medianas, por medio de los procesos coluviales o fluviátiles que se producen en la época de sequía, creándose así, erosiones muy dañinas por medio del viento. Este viento es causado por la oposición térmica o hídrica de los altiplanos en dirección a las pendientes de la Sierra Neovolcánica y de la Sierra Madre Oriental hacia el Golfo. Estos vientos tienen carácter tempestuoso, y alzan el material granulado fino en las laderas bajas durante el invierno y tiempo de sequía, transportando así grandes cantidades de polvo en dirección occidental hacia los valles de altura. Introducciones de aire frío; es decir, de vientos conocidos vulgarmente como "nortes", producen en las pendientes orientadas hacia el Norte una gran cantidad de precipitaciones y un descenso considerable de temperatura (Fig. 7). Por lo tanto, estas masas de aire frío llegan al altiplano sin agua, alzando y transportando el material superficial que se encuentra suelto en las áreas sin vegetación. Este material proviene de gleysoles y los fluvisoles (Lauer, 1973). Se comprobó que se produjeron dos clases de fenómenos frecuentes; por un lado, se observó vaciado del material fino en los calces de las pendientes y por el otro, se crearon dunas móviles, ocasionando, en ambos casos, la pérdida de áreas cultivables para los tiempos de lluvia.

Por medio de lo ejemplificado y explicado con anterioridad, puede deducirse que la disponibilidad de agua se reduce y peligra su abastecimiento en el futuro para toda la región del altiplano. Debajo de la vegetación boscosa, los suelos volcánicos cenizos actúan como una esponja porosa que se satura con las lluvias, dejando filtrar el agua superficial hacia abajo muy lentamente. Por lo tanto, según la posición de la ladera, el agua puede llegar directamente a la región rocosa-volcánica de carácter andesítico-dacítico por la ladera superior, y también por las partes todavía no descubiertas por la erosión, a los sedimentos toba que se encuentran en las partes anteriores y medias de dichas laderas. En las masas de escombros de origen Cuaternario situados en la ladera anterior y en los valles, se crea lamacenamiento excelente de agua, la cual, además de usarse como agua potable se podría emplear como agua de riego (Knoblich, 1973). Pero en el caso de una desforestación (como ejemplificaré más detalladamente a continuación) se destruyen estos andosoles que cuentan con la capacidad almacenadora de agua. El agua de las precipitaciones resbala superficialmente y raras veces puede filtrarse en los suelos compuestos de duripans (Wegener 1978, 148). Wegener encontró que aproximadamente un 80% de las lluvias del altiplano caen sobre duripans y resbalan por la superficie. Las consecuencias futuras, para el abastecimiento de líquido a las ciudades y a las comunidades rurales, ocasionarán problemas a las autoridades que no se podrán solucionar en la medida que la población aumente.

Ejemplos que ilustran las consecuencias al alterarse las áreas

¿En qué lapso se llevan a cabo los cambios en las áreas labradas, en las cuales se ha destruido la vegetación y por lo tanto se han erosionado? Por lo general, este proceso se realiza lentamente a lo largo de varias generaciones, como puede ilustrarse históricamente. Sin embargo, en la actualidad este proceso se acelera considerablemente debido a la presión ejercida por la explosión demográfica y la necesidad de producir alimentos para el excedente de la población. Este proceso intensificado se ilustrará con ejemplos tomados de zonas específicas del Pico de Orizaba (5700 Mts).



Figura 7.

En las laderas intermedias de este volcán, que se encuentran en una región con clima de alta montaña y siguiendo inmediatamente a las zonas con clima tropical, en el año de 1974, promovido por programas gubernamentales, se talaron ciento de hectáreas de bosques existentes. La razón de tal sacrificio, residió en la necesidad de crear una zona de cultivo para la papa; queriéndose planear una producción del mencionado producto que fuera suficiente para abastecer al mercado interno, así como para exportar los excedentes. Las condiciones climatológicas existentes en la mencionada área son propicias solamente para el cultivo de la papa o de la avena.

Estas laderas están situadas entre los meridianos longitudinales y transversales a los $97^{\circ} 19'$ y $18^{\circ} 5'$ occidental y norte respectivamente, y a una altura de 3490 mts. sobre el nivel del mar. Las temperaturas anuales promedio equivalen a 6°C y la cantidad de precipitaciones corresponde a 1200 mm. La exposición es hacia el occidente, y las laderas muestran una pendiente del 6%. Se encuentran a unos 500 mts. al noroeste de la población de San Miguel Hidalgo, estado de Puebla.

La producción agraria deberá incrementarse para asegurar la alimentación de la población.

La vegetación consiste en bosque subhúmedo de coníferas (pinos y oyameles) y encinos.

La formación rocosa base está formada del material originario de las erupciones del Citlaltépetl en el Cuaternario, distribuido en capas de pómez y de cenizas esencialmente.

Consistencia del suelo.

Andosoles con características húmicas y en algunas partes mólicas

Al haberse talado el bosque durante la época de sequía y cultivado la papa en el año de 1974 en la siguiente temporada de lluvias se produjo una ranura o zanja de

La explosión demográfica y la intervención humana en el equilibrio natural del paisaje por medio del "cultivo" traen como consecuencia la destrucción de los suelos.

aproximadamente 4 a 10 mts de profundidad y 3 a 5 mts. de ancho, alcanzando una longitud de 350 mts.; este fenómeno fue debido a un proceso retroactivo de erosión de la clase de Gully (Heine, 1978) (Foto 5). Ya en el año de 1975, esta zanja se había convertido en una barranca con una profundidad de 10 a 25 mts., penetrando sucesivamente por las capas de cenizas sueltas y las áreas de pómez (Foto 6). Después de la temporada de lluvias del 78 esa barranca medía de 30 a 40 mts. de profundidad, de 30 a 40 mts. de ancho y



Foto 5. Esta zanja de aproximadamente 4 a 10 mtrs. de profundidad y 3 a 5 mtrs. de ancho con una longitud de 350 mtrs. se produjo como consecuencia de la tala efectuada por el gobierno en el año de 1974 en el Pico de Orizaba.

Entorno



Foto 6. La misma zanja en 1975 se había convertido en una barranca con una profundidad de 10 a 25 mtrs.

1.7 Kms. de largo. La profundidad aumentó de 50 a 80 mts. antes de la temporada de lluvias del año de 1982 (Foto 7).

Obviamente la mezcla de material arenoso con grava suelta que equivalía a un volumen aproximado de 2.5 millones de m^3 , cubrió las laderas inferiores, áreas de cultivo, en forma de coluvios. La razón de la profundización tan acelerada de las primeras zanjas se encuentra fincada en la clase del material base de esos suelos. Después de 6 meses de sequía, el andosol, habiendo quedado al descubierto a causa de la eliminación con características de extrema soltura, había perdido su consistencia de migajones coherentes debido al cultivo del suelo, se había deslavado con las precipitaciones fuertes, (la densidad del suelo mide menos de 1 gr/cm^3) ($0.7\text{-}0.85 \text{ grs/cm}^3$). El material poroso, es decir, los elementos pómez y las cenizas, se saturaron de agua, fueron alejadas y transportadas por la misma. (Miehlich 1974, 1979). Al fenómeno de la soltura se agrega la existencia de una considerable pendiente en el terreno que aumentó el efecto de

la erosión, al grado de producirse la catástrofe antes mencionada, y que aún en la actualidad todavía no está concluida.

Si se analiza este problema desde el punto de vista social, la mencionada catástrofe fue causada por las autoridades que por un lado permitieron la tala de los bosques sin tener conocimiento de los parámetros climatológicos del suelo y de la vegetación en su conjunto. En otras palabras, a la falta de conocimiento de las condiciones de erosión debida a aspectos específicos de la mencionada región. Por otro lado, las mismas dependencias no tomaron las medidas adecuadas para proteger la tierra. Se hace referencia al hecho de que en el mismo lapso no se



Foto 7. Para el año de 1982 la barranca aumentó su profundidad de 50 a 80 mtrs.

observa ninguna clase de erosión en los bosques circunvecinos, por lo tanto, de lo anteriormente dicho puede deducirse que el programa mencionado de "cultivo de papas" nunca debía haberse realizado en esa forma, ya que fue perjudicial desde el punto de vista económico y de las condiciones ecológicas particulares existentes en esa área.

En la temporada de lluvias de 1981, se observaron fenómenos similares a los descritos anteriormente en las laderas norte de la Malinche y del Cofre de Perote. Sin embargo, los daños observados fueron de una magnitud menor; es decir, a la misma altura se había creado un borde con una profundidad de 1.5 a 2.0 mts., en las orillas del bosque. Los andosoles, así como en menor grado las cenizas, son los componentes del material base que habían sido desvalados hasta las gravas de las morrenas del pleistoceno de las laderas superiores y hasta los sedimentos toba con sus cabisoles fósiles en las partes mediana e inferior de las mencionadas laderas. El material erosionado, se encuentra al igual que el caso del Citlaltépetl, al pie de la ladera (Foto 8). De ese lugar, el material fino es transportado por los vientos en forma de polvo.

Los materiales restantes que se quedan, de una granulación más grande y revueltos con grava, solamente tienen una capacidad de almacenamiento de agua muy limitada, por ende es limitada la utilidad de ese material para el cultivo de la tierra.



Foto 8. Caso semejante, aunque de menor magnitud, observado en las laderas de la Malinche y el Cofre de Perote.

En la actualidad ya se sobrepasó el límite climatológico adecuado de esa zona, ya no hay garantía para las cosechas.

Los planes y los programas son sumamente ambiciosos, pero carecen de coordinación entre sí. Por lo general se adaptan a planeaciones para la conservación de los suelos de origen estadounidense, sin reflexionar si la utilidad de los mismos es relevante para la situación pre-

Medidas necesarias para evitar la destrucción de los suelos y de la vegetación silvestre

Como en ningún otro país del planeta, existe en México una gran cantidad de dependencias gubernamentales e instituciones especializadas que se preocupan por la conservación de los suelos.

Las precipitaciones pluviales de mucha intensidad en cada temporada de lluvias provocan un alto grado de erosión y deslavan 80 toneladas por hectárea aproximadamente.

valeciente en México, que como se ha visto, anteriormente, se menciona el carácter destructivo de la medida tomada al mandar cabar zanjias en las regiones superiores de los bosques de la Malinche, son muy especiales en el altiplano central mexicano. Otros ejemplos que ilustran la irrelevancia de medidas extranjeras, que en su lugar de origen fueron efectivas, pero que en esta situación específica no funcionan, los encontramos en los muros de contención de las presas en las barrancas causadas por la erosión. Estos muros deberían de evitar el transporte de los sedimentos por medio del agua. Según la altura de los muros y del área al que llega la corriente, estas presas se rellenan completamente con los sedimentos, en sí el efecto que se quería lograr; sin embargo, el agua que se derrama después de depositar los sedimentos, al faltarle la carga de los elementos sedimentarios aumenta su energía erosionada, produciendo cortes en las zanjias y en las bases de las barrancas más profundas, ya que al faltarle peso, el agua corre más rápidamente. Con frecuencia se puede observar también que los muros de contención no están adecuadamente contruidos, faltándoles cimentación y dimensión apropiadas. Se observa que tales construcciones se quiebran con frecuencia a causa de la presión ejercida por varios miles de toneladas de agua que se producen después de un aguacero fuerte.

Otro ejemplo de una planeación errónea, lo constituye la medida tomada de elaborar zanjias en regiones boscosas para protegerse contra la erosión. Estas zanjias tienen la finalidad de dirigir y desaguar el agua de las lluvias en forma controlada. Ya se mencionó que las regiones boscosas situadas más arriba de los 3000 metros, registran la mayor cantidad de precipitaciones. Lo que no se hizo al tomarse la medida arriba mencionada fue el análisis de la consistencia de los suelos del altiplano central mexicano, que exceptuando algunos casos aislados, contiene en su mayoría andosoles con características físicas y químicas muy peculiares (Cap. 3.2 y Miellich, 1980). En esta clase de suelos no existe un desagüe

por debajo de la vegetación boscosa, ya que la fuerza de los aguaceros es mejorada por los mismos árboles, y consecuentemente puede filtrarse el agua con mucha facilidad. La buena intención costó mucho dinero y trabajo y fue de muy poca utilidad, cabe mencionar sin embargo, que esta medida no causó daños como aquellos mencionados anteriormente para las regiones altas de los bosques.

Otro aspecto lo constituye el hecho de que se siguen creando terrazas en dirección hacia la pendiente. Si la dirección de labrado no es paralela y nivelada, los muros de contención no podrán parar las masas de agua producida por los aguaceros. En la parte inferior de los muros se produce una resquebrajadura, y el agua inunda la siguiente terraza y el proceso de erosión se multiplica.

Entre los factores que contribuyen a la destrucción de los bosques tenemos: incendios intencionales, pastoreo, producción de carbón vegetal, explotación de resina y ocote, tala ilegal, corrupción, ocupación de tierras, medidas erróneas de conservación.

Medidas necesarias

El estado de Tlaxcala inició de una forma sistemática la protección contra la erosión, basada en los resultados de las experiencias negativas de los últimos decenios y en los mapas a colores, impresos y publicados por la Fundación Alemana para la Investigación Científica, a una escala de 1: 100 000 (Werner *et al.*, 1978). Los primeros resultados pudieron registrarse por medio de un censo fisiográfico del volcán de la Malinche (Dorantes Barrón, 1981), celebrado por la Comisión de la Malinche y comprobados por el Edofólogo Wernes (1981, 18), con las siguientes propuestas:

a) Registro sistemático del potencial del peligro de erosión en mapas especiales, codificando notoriamente los grados de peligro. Este procedimiento tiene como

Las reforestaciones de árboles jóvenes realizadas por dependencias gubernamentales son escasas y de deficiente planeación.

finalidad documentar adecuadamente las áreas en peligro, pudiéndose tomar las medidas necesarias de acuerdo a las prioridades preestablecidas para la protección contra la erosión.

b) Conservación de la vegetación boscosa como prioridad eminente; sobre todo en aquellas regiones donde se localicen andosoles. En los casos en que la mencionada protección no sea posible, deberá tomarse en cuenta la siguiente creación y el establecimiento de una economía forestal controlada y regular lo que implica: 1) La eliminación del pastoreo en los bosques; 2) El control eficaz de la explotación por medio de la tala (robo de la madera); 3) La eliminación del corte de la corteza de los árboles resinosos para después poder talar "legalmente" los árboles secos; 4) La exterminación de la producción de carbón vegetal; 5) Se eviten los incendios forestales provocados intencionalmente (Foto 9); 6) Se realice una reforestación en las áreas donde quedan pocos árboles.

c) Prohibición de destinar el uso del bosque para otros fines como por ejemplo la construcción de cabañas turísticas y su infraestructura.

d) Se tomen medida de protección contra la erosión de las áreas utilizadas en los cultivos, según principios mencionados en párrafos anteriores; es decir, las terrazas deberán ser horizontales, y deberán alinearse paralelamente en contra de la pendiente. Asimismo deberá cuidarse de que no existan áreas carentes de vegetación para que ni el viento ni el agua se lleven los materiales esenciales.

e) Creación de fuentes de trabajo no ligados a la agricultura. El gobierno mexicano está consciente de los problemas antes mencionados, desde hace algunos años. La Dirección General de Conservación del Suelo y del Agua de la SARH, controla todas las organizaciones para la protección de la erosión de todos los estados de la República Mexicana en el sector agrario. Hasta la fecha, uno de los principales objetivos de estas dependencias consistía en la creación de nuevas áreas cultivables



Figura 9. El aviso de evitar incendios forestales entre los árboles quemados ilustra la irresponsabilidad hacia la conservación del bosque.

por medio del riego. Para ese fin se construyeron, primordialmente, muchas presas y se excavaron pozos profundos.

Perspectivas

Los ejemplos presentados muestran que es la intervención humana la que causa y acelera el proceso mor-

Puede deducirse que la disponibilidad de agua se reduce y peligra su abastecimiento en el futuro para toda la región del altiplano.

fodinámico de la erosión de los suelos en su medio ambiente. Como consecuencia, se puede comprobar que las áreas que están destinadas directa o indirectamente a la producción de alimentos se están destruyendo. Debido a la preocupación de la alimentación de todos los días, se trata de adaptar áreas nuevas para el cultivo, que reemplacen a las regiones ya destruidas, invadiendo el bosque que era la protección natural contra la erosión y acelerando así el círculo vicioso que consta de la destrucción de la vegetación silvestre seguida por la destrucción del suelo y así sucesivamente.

Como consecuencia de una medida errónea implementada por una dependencia forestal se interrumpió y destruyó una capa aislante cerrada de vegetación de pastos en la parte superior de la Malinche.

Dentro de las zonas climáticas distintas, la facultad de erosión, el relieve, y las formas de cultivo, divergen considerablemente y, por lo tanto, no se puede proporcionar una sola fórmula para resolver este problema. Consecuentemente también resulta inoportuno discutir si se debe seguir cultivando el suelo destruido empleando técnicas de arado especial, o por medio de procedimientos de cultivo mínimo. Sin embargo, resulta esencial realizar algunas acciones para combatir las causas de la erosión por medio de hechos concretos.

La magnitud que ha alcanzado en la actualidad la destrucción de los suelos a nivel mundial es descrita por Buringh (1979:6) como sigue:

En 1974 el gobierno taló cientos de hectáreas en el Pico de Orizaba con el fin de crear una zona de cultivo para la papa. Como consecuencia se produjo un efecto catastrófico de erosión.

Es la intervención humana la que causa y acelera el proceso morfodinámico de la erosión de los suelos en su medio ambiente. Como consecuencia, se puede comprobar que las áreas que están destinadas directa o indirectamente a la producción de alimentos se están destruyendo.

"La tasa de pérdida equivale entre los 400 a 900 ha/h. Estas cifras significan 4-5 millones de hectáreas por año. Estas pérdidas pudieran evitarse ya que en la actualidad existen los conocimientos técnicos y las experiencias para tal efecto. Si se considera que la población humana mundial se duplicará en los siguientes 35 años, todos podrán comprender lo que sucederá en el futuro.....".

Bibliografía

- AEPPLI, H., 1973 Barroboeden und Tepelate. Untersuchungen zur Bodenbildung in vulkanischen Aschen unter wechselfeuchtem gemäßigtem Klima im zentralen Hochland von Mexiko.- Diss. Fachber. Umweltsicherung der Justus-Liebig-Universität-Giessen.
- AEPPLI H. & E. SCHÖNHALS, 1975, "Los Suelos en la Cuenca de Puebla-Tlaxcala Investigaciones Acerca de su Formación y Clasificación", *El Proyecto México de la Fundación Alemana para Investigación Científica*, 8: 1-153, Wiebaden (Steiner)
- BURINGH, P., 1979, *Introduction of the study of soils in tropical and subtropical regions*, Wageningen, Netherlands (Pudoc)
- CONAPO, 1981, Consejo Nacional de Población de México, *Datos Básicos sobre la Población de México 1980-2000*, Ed. Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D.F.
- COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY & DEPARTMENT OF STATE, 1980: *Global 2000 Bericht an den Präsidenten* (Trad. en alemán) 1503 pp., (Frankfurt/M)
- DER SPIEGEL, 1980, "Familienplanung gegen Kinderboom", Vol. 34, 26: 142-144, Hamburg
- DIARIO DE MEXICO, 1982, "Salvar los bosques señala MMH", en *Diario de México* de 3.3.1982, 1, 9 y 11., México, D.F.
- DORANTES BARRON, E., 1981, *Levantamiento fisiográfico del Área de Influencia de la Malinche*, Tesis Universidad Autónoma de Chapingo, Méx. SARH, Tlaxcala.

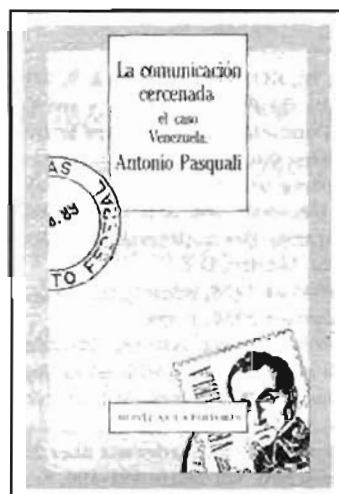
- ERFFA, A.V., HILGER, W., KONOBLICH, K. & R. WEYL, 1977: Geología de la Cuenca Alta de Puebla-Tlaxcala y sus Contornos.- El Proyecto México de la Fundación Alemana para la Investigación Científica 11:1-130, Wiesbaden (Steiner)
- ERN, H., 1973: Bedeutung und Gefährdung zentralmexikanischer Gebirgsnadelwälder.- Umschau, Vol. 73.3: 85-86, Frankfurt/M.
- EXCELSIOR, 1982: "Paraestatales madereras, carga de cráneo", en *Excelsior* de 2.3.1982: 1 y 12a, México, D.F.
- FAO, 1979, *Production Yearbook 1978*, Rome.
- FAO, 1981, *Production Yearbook 1980*, Rome.
- HEINE, K., 1976: Schneegrenzdepressionen, Klimaentwicklung, Bodenerosion und Mensch im zentralen Hochland im jungen Pleistozän und Holozän. Z. Geomorph. N.F. Suppl., Vol. 24: 160-176, Berlin
- HEINE, K., 1978: Bodenerosion gefährdet seit über 2500 Jahren das zentrale Hochland.- Umschau, Vol. 78.16: 491-496, Frankfurt/M.
- JAUREGUI, E., 1968, *Mesoclima en la Región Puebla-Tlaxcala*, UNAM, Inst. de Geografía, México, D.F.
- KLAUS, D., 1975, Niederschlagsgenese und Niederschlagsverteilung im Hochbecken von Puebla-Tlaxcala. Bonner Geograph. Abh., Vol. 53, Bonn (Dümmlers).
- KNEIB, W., MIEHLICH, G. & H.W. ZÖTTL, 1973, "Clasificación Regional de los Suelos de la Sierra Nevada de México, Comunicaciones Proyecto Puebla-Tlaxcala, Vol. 7, pp 11-13, Puebla.
- KNOBLICH, K., 1973, Die Grundwasserverhältnisse im Hochbecken von Puebla-Tlaxcala. Forschgn. Geol. Paläont., Vol. 31/32, pp. 323-324, Münster.
- LAUER, W., 1973, Zusammenhänge zwischen Klima und Vegetation am Ostabfall der mexikanischen Meseta. Erdkunde, Vol. 27/2: 192-213, Bonn.
- LAUER, W., 1979, *Medio ambiente y desarrollo cultural en la región Puebla-Tlaxcala*. Comunicaciones Proyecto Puebla-Tlaxcala, Vol. 16, pp. 29-54, Puebla.
- LAUER, W. & E. STIEHL, 1973, Hygrothermische Klimatypen im Raum Puebla-Tlaxcala (Mexiko). Erdkunde, Vol. 27/2, pp. 230-234. Bonn.
- LAUER, W. & P. FRANKENBERG, 1978: Untersuchungen zur Ökologikologie des östlichen Mexiko. Erläuterungen zu einer Klimakarte 1:500 000 Colloquium Geographicum, Vol. 13, Bonn.
- MIEHLICH, G., 1974 a, Klima und altersabhängige Bodenentwicklung von Vulkanascheböden der Sierra Nevada de México. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., Vol. 18, pp. 360-369, Göttingen.
- MIEHLICH, G., 1974 b, Der Einfluß mehrhundertjährigen Ackerbaus auf Eigenschaften eines Vulkanaschebodens der Sierra Nevada de México. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., Vol. 20, pp. 261-273, Göttingen.
- MIEHLICH, G., 1978, Eigenschaften und Genese von Verhärzungslagen in Zentralmexiko (Tepetate). Münster. Forschgn. Geol. Paläont., 44/45, pp. 27-41, Münster.
- MIEHLICH, G., 1979, *El efecto del desmonte y de la agricultura en los Andosoles de la Sierra Nevada de México*. Comunicaciones Proyecto Puebla-Tlaxcala, 16, pp. 69-80, Puebla.
- MIEHLICH, G., 1980, *Los Suelos de la Sierra Nevada de México*. Con contribuciones es de Helga Heide-Weise y Wolfgang Kneib, Comunicaciones Proyecto Puebla-Tlaxcala, Suplemento 7, Puebla.
- PECCEI, A., 1981, Die Zukunft in unserer Hand. Gedanken und Reflexionen des Gründers des Club of Rome, 224 pp. Wien / München / Zürich/New York.
- TROLL, C., 1955, Forschungen und Beobachtungen auf Reisen. Forschungen in Zentralmexiko 1954. Die Stellung des Landes im dreidimensionalen Landschaftsaufbau der Erde. Abh. d. Geographentag 1955, pp 191-212 Wiesbaden (Steiner).
- WEGENER, H.- R., 1978, Bodenerosion und ökologische Eigenschaften charakteristischer Böden im Becken von Puebla-Tlaxcala (Mexiko) Diss. Fachber. Angewandte Biologie und Umweltsicherung der Justus-Liebig-Universität Gießen.
- WERNER, G., 1979, Bodengesellschaften im zentralen Hochland von Mexiko. Ergebnisse einer Bodenkartierung des Hochbeckens von Puebla-Tlaxcala und seiner Umgebung. Catena, Vol. 6:331-345, Braunschweig.
- WERNER, G., 1981a, Die Auswirkungen intensiver Landnutzungen auf Vegetation und Böden in randtropischen Gebirgslagen. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., Vol. 30:379-392, Göttingen
- WERNER, G., 1981b, Verbreitung, Nutzung und Zerstörung von Böden unter randtropischen Bedingungen im Zentralmexikanischen Hochland. Ibero-Amerikanisches Archiv N.F. Vol. 7.1/2: 2-32, Berlin
- WERNER, G., 1986, *Los Suelos en el Estado de Tlaxcala, Altiplano Central Mexicano*. Investigaciones relacionadas con su desarrollo extensión, erosión y su utilización bajo la influencia de actividades agrícolas en 3,000 años. (Con aportaciones de Günter Miehlich) Univ. Aut. de Tlaxcala-Centro de Estudios municipales del Estado de Tlaxcala.
- WERNER, G., AEPPLI, H., MIEHLICH, G. & E. SCHÖNHALS, 1978, *Los Suelos de la Cuenca Alta de Puebla-Tlaxcala y sus alrededores*. Comunicaciones Proyecto Puebla-Tlaxcala, Suplemento 6, Puebla.
- WERNER, G., con aportaciones de MIEHLICH, G., LÜCKOFF, A. & W. MOLL (1988): Die Böden des Staates Tlaxcala im zentralen Hochland von Mexiko. Untersuchungen über ihre Entwicklung, Verbreitung Erosion und Nutzung unter dem Einfluß 3000-jährigen Ackerbaus.- Wiesbaden/Stuttgart (Steiner).



Monte Avila Editores



"Los indigenistas son ustedes -los antropólogos. Nosotros somos indígenas", afirma un dirigente aborigen. ¿Cómo se articulan o se enfrentan, en consecuencia, las opiniones de los indígenas y los indigenistas?



Transponiendo las fronteras de la llamada "comunicación social", el autor explora la cara oculta del problema, la de los servicios postales, de las telecomunicaciones y de ciertas industrias culturales básicas.



En este libro sobre la política de Venezuela hacia el Caribe, el autor sintetiza las diversas etapas históricas del tema, esforzándose en todo momento por descubrir la trama de las "fuerzas profundas" que constituyen la base y el marco del acontecer político y diplomático.



Al desmontar analíticamente una obra de consumo masivo, encontramos la elocuencia de formas narrativas que adquieren en muchos programas de radio y en la telenovela, la categoría de "géneros literarios de la cultura popular latinoamericana".

Distribuye en México:

El Equilibrista. Boticelli, 52. Mixcoac. México, D.F. 03910. Tel. 611-3811.

Mesura de la metrología en México

Héctor Gómez Vázquez

En la conformación de los grandes bloques económicos, científicos, tecnológicos e industriales, la metrología ha cumplido —a partir de la década de los años sesenta, desde que llegó la crisis económica para quedarse en los países en desarrollo—, y seguirá haciéndolo, un papel determinante en las relaciones comerciales internacionales.

Esta situación que ha permitido la estructuración tecnológico-económica del Mercado Común Europeo, del bloque EUA-Canadá, y el de los países capitalistas del Oriente Medio, tiene su fundamento en la configuración, a nivel científico, primero; y después industrial, de los estándares de productividad al interior del amplio abanico de productos manufacturados.

Este artículo —alejado del análisis que urge hacer de las repercusiones que ha generado la falta de una estructura metroológica a nivel industrial (que en su origen se deba a una falta de responsabilidad del Estado mexicano para construir una estructura metroológica científica organizada), antes y después del ingreso del país al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT), a comienzos de la década de los ochenta, y de las que se producirán en el futuro inmediato si se suscribe el Acuerdo de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá—, pretende, por razones de espacio, hacer una caracterización general de la situación de la metrología y emitir algunas consideraciones.

El trío de tres

La metrología es el arte, la ciencia o el uso de la técnica de las mediciones. Los especialistas consideran tres grandes campos de desarrollo metroológico: el científico, el legal y el industrial. Los tres están íntimamente interrelacionados. Si por una razón un país



no dispone de una estructura científica capaz de desarrollar sistemas patrón calibrados para uso industrial, difícilmente podrá hacer valer sus derechos legales ante trabas impuestas por aquellas naciones que sí cuentan con esos sistemas. Estos costos pueden abarcar a productos agrícolas, mineros, manufactureros, hidrocarburos, etc. En la realidad, innumerables trabas comerciales han existido para impedir que productos mexicanos ingresen a un país (particularmente a Estados Unidos), casos que han sido perdidos para el exportador porque no tiene acceso a laboratorios que certifiquen, mediante patrones estándares, la calidad de los mismos. Paralelamente si existe el marco legal (en México la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, rige desde enero de 1988) de poco sirve si: 1) el industrial en general, no sólo el exportador, desconoce los procesos del aseguramiento de la calidad; 2) si no existen los recursos humanos —metrólogos especializados; 3) si no existe la infraestructura tecnológica (laboratorios patrón) para certificar la calidad en la producción.

Y es precisamente en esta tríada estructural donde reside la debilidad de la estructura científico-tecnológica-jurídica e industrial en el México de estos días. Recientemente¹, Knut Birkeland, director del Servicio Nacional de Medidas de Noruega expuso los aspectos medulares de esta incogruencia así:

la metrología básica facilita las instalaciones necesarias para el desarrollo de la industria, el comercio y la economía; la existencia de una sólida infraestructura de medidas es una precondition para la competitividad de la modernización industrial: los defectos en un sistema nacional de medidas tiene todas las características de los defectos de cualquier infraestructura general. Si por una instancia no se encuentra el modo para verificar la temperatura o la presión con exactitud relevante, simplemente no se podrá hablar de industria metalúrgica, ni añadir el valor exacto a la industria minera.

En este desmedido afán por privatizarlo todo, sería lamentable dar crédito a la incertidumbre que ha hecho pensar en que si se sigue por ese camino la aplicación de las leyes en los niveles técnico-científicos de esta situación que afecta a la economía del país, podría quedar en el interior de esa balanza privatizadora. Al respecto, damos otra vez la voz al metrólogo noruego:

La credibilidad de las mediciones debe establecerse a través de un sistema nacional de mediciones y esto sólo es posible llevándolo a un camino seguro en el que la confiabilidad nacional e internacional esté integrada en un sistema nacional de medidas que no sea perjudicial. El gobierno —precisó Birkeland—, tiene la primera y la última responsabilidad para integrar el eficaz funcionamiento de un sistema nacional de medidas, pues debe ser el principal abogado a justificar las medidas públicas de la naturaleza de sus estándares de medición (*idem.*).

Esto es cierto para el caso del Estado mexicano que no ha podido configurar una cultura de la calidad, ni ha apoyado lo suficiente a la comunidad científica para construir una estructura metroológica acorde a los tiempos actuales. La metrología industrial realiza esfuerzos aislados por incorporar procesos de control de la calidad (principalmente la industria automotriz). Y la metrología legal no puede, bajo estas condiciones, ser ejercida eficazmente, ni hacerse valer dentro de las tendencias actuales de competitividad internacional.

Respecto a las “mentiras públicas” esbozadas por el metrólogo noruego y para posteriormente describir someramente las características de las tres áreas metroológicas en este breve artículo, mencionaré el siguiente comentario: el exdirector del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV), del IPN. Afirmó² que “la importancia de estos servicios para la producción (se refiere a la calibración de equipo de medición metal-mecánico y eléctrico que ha proporcionado el Centro Nacional de Metrología a más de trescientas empresas), se puede apreciar en el dato siguiente: un error de medición de 5 partes en 10,000 del volumen de petróleo exportado puede implicar una pérdida para el país de más de 27 millones de dólares”. Aunque el funcionario Nava J. no profundiza en este análisis, quizá debido al objeto de ese artículo, ni se atreve a emitir afirmación alguna en el sentido de que se pudo haber estado proporcionando más hidrocarburo, no menos por su puesto (E.U.A. y Japón, entre otros destinatarios del crudo disponen del instrumental metroológico adecuado para verificar calidad y cantidad), lo que implícitamente señala es que ni siquiera conocemos el margen de error con el que se mide.

Metrología científica

La revolución científico tecnológica en microelectrónica, telecomunicaciones, computación, ingeniería genética, química entre otras áreas, se sustenta en buena parte en las tecnologías de precisión y medición (ver recuadro), que se basan en las constantes fundamentales de la naturaleza. En este contexto vale citar al investigador H. Bachmair³ del Instituto Físico Técnico de Metrología, PTB, de Alemania Federal:

La determinación, reproducción, mantenimiento y diseminación de las unidades eléctricas son fuertemente influen-

ciadas por los progresos en física y en tecnologías que han podido mostrar ejemplos de unidades de corriente, voltaje y resistencia. (...) De pronto se volvieron obvias la realización de las unidades por medios prototípicos que no podían igualar longitudes crecientes de requerimientos de exactitud. Particularmente la invariancia del tiempo y la reproducibilidad en lugares arbitrarios que no podían garantizar longitud. Por esta razón, en la actualidad son determinadas y reproducidas trazándolas con el apoyo de parámetros atómicos y constantes fundamentales.

De tal modo, la metrología científica se ocupa de la búsqueda de esas constantes, por una parte, y por

Recuadro 1 Metrología científica e industrial*

La metrología participa determinantemente en los programas de aseguramiento de la calidad (normalización, pruebas, ensayos y documentación) de las empresas conscientes de su impacto en la economía doméstica e internacional, y cumple un papel cada vez más preponderante en el desarrollo científico y tecnológico en general. La ciencia de los materiales, las fuentes alternativas de energía, así como la biotecnología, la ingeniería genética, la microelectrónica, las telecomunicaciones y la computación que se hace en nuestros días requieren de métodos y técnicas basadas en patrones metroológicos.

Como consecuencia de la competencia en el mercado internacional de todas las economías desarrolladas —a partir de la década de los setenta— (en Singapur, Japón, E.U.A., R.F.A., Francia, Inglaterra, Taiwán, etc.) las empresas utilizaron los avances de la computación para incorporarlos al control de sus procesos operativos y productivos con el objeto de abatir costos y ser más competitivos; en la conquista de los mercados internacionales a través de innovaciones tecnológicas y de nuevos procesos de producción para la obtención de mejores índices de calidad a bajo costo.

En el modelo moderno de aseguramiento de la calidad que han asumido para sí mismas y para sus proveedores las industrias automotriz, químicofarmacéutica, eléctrica y nuclear, participan: la Metrología; Normalización; Pruebas y Ensayos; Control de Calidad; y Documentación.

Los resultados prácticos de la investigación científica en metrología se han manifestado en los siguientes hechos:

- La redefinición de la cantidad de intensidad luminosa, candela, en 1978.
- La redefinición del metro en términos de la velocidad de la luz en vacío en 1984.
- La redefinición de las unidades eléctricas a través de constantes fundamentales de la naturaleza: el volt, por el efecto Josephson ($2e/h$); y el ohm por el efecto cuántico del Hall a partir del 1º de enero de 1990.
- La redefinición de la escala internacional de temperatura.

La metrología es sólo parte de la revolución científico tecnológica de nuestros días, y entre sus aportaciones científicas más relevantes podemos señalar: el descubrimiento de la resistencia cuántica del Hall; el efecto Josephson superconductor; la metrología atómica de superficies a través del microscopio de tunelamiento electrónico de barrido; y la microscopía óptica de campo cercano y de la fuerza atómica.

* Información tomada del libro *Voces de la ciencia, incursiones en el periodismo científico*, de Héctor Gómez Vázquez, en prensa, que aparecerá bajo el sello editorial de la Universidad Autónoma Metropolitana en la colección "Biblioteca Científica" de la Dirección de Difusión Cultural.

otro lado del mantenimiento de patrones que puedan ser utilizados para garantizar un mínimo de error en la evaluación de los instrumentos, del desarrollo de nuevos patrones y de nuevas tecnologías de medición. Un caso de la metrología de superficies:

En la miniaturización de la industria electrónica, mecánica y óptica —escribe Rigoberto García C.¹— La demanda por una mayor exactitud a pequeña escala ha dado origen a una nueva generación de artefactos de alta exactitud: sistemas de microprocesamiento en tres coordenadas, sistemas de microdetección y micromanipulación, lentes de fresnel, rejillas de difracción, sistemas de micromaquinado y microlitografía.

Metrología industrial

Decir que esta tecnología brilla por su ausencia en el tradicionalmente conservador empresariado nacional es muy poco. El masivo cierre de industrias pequeñas, medianas e incluso grandes; en los sectores electrónicos, electrodomésticos, del vestido, del dulce, del juguete, etcétera, es feaciente prueba del impacto de dos elementos mínimos: primero la incapacidad del Estado y la falta de previsión industrial (eso de "iniciativa" privada es incongruente) para aplicar los mismos controles de calidad impuestos desde el exterior a los productos mexicanos de exportación, a todos aquellos que ingresan al país. Es decir no puede, técnicamente, en ausencia de patrones estándares, de laboratorios de pruebas, etc. impedir (legalmente) el ingreso de los productos bien llamados "chatarra" que no son aceptados en aquellos mercados organizados metrologicamente. El segundo elemento a mencionar se refiere a la carencia de una cultura de mediciones, de aseguramiento y control de la calidad en el sector industrial. En otro trabajo el especialista citado anteriormente señala:

Se debe recordar que, antes de establecer una cultura de calidad en Japón y otros países del mundo, existía una cultura metroológica que fue la base para que pudiera copiar y mejorar. No se puede copiar sólo la forma de los productos, se debe copiar la función de los mismos, y para ello, debe saberse medir para conocer su funcionalidad.⁵

Podemos concluir este apartado indicando que la metrología industrial específicamente trata del aseguramiento metroológico de los instrumentos utilizados en el control de la calidad en los procesos industriales; en el desarrollo de nuevos productos; y en la situación de importaciones. El objetivo de ésta es (o debiera ser) garantizar que los instrumentos y técnicas de medición sean adecuados al proceso productivo, así como evaluar las características (dureza, resistencia, color, temperatura, dimensiones, comportamiento eléctrico, etc.) de productos elaborados con base en normas nacionales e internacionales y de fábrica.

De las legalidades

La metrología legal trata de todas las instancias jurídicas, nacionales e internacionales, vinculadas al uso de los instrumentos de medición en todos los órdenes de la actividad económica, social, tecnológica y de aplicación científica; y en la normalización de las estructuras que tienen repercusiones sociales.

Como producto de la realidad histórica, del retraso científico y tecnológico del país, en general, y de la arriesgada apertura comercial, en particular; de la consolidación de los grandes bloques político-económicos que sí cuentan con los recursos jurídicos, científicos y tecnológicos para determinar el ritmo y el modo de operación de la "revolución de la calidad", el país padecerá serias colisiones de imprevisibles afectos en el futuro inmediato.

Notas

¹ "Metrology Infrastructure in the 1990's". Birkeland, Knut; Primer Seminario Internacional de Metrología, Ixtapa, Gro., mayo, 1990; publicado en *De la metrología*, año 2, no. 5.

² "El posgrado en el CINVESTAV: una estrategia posible". Nava J., *Avance y Perspectiva*, CINVESTAV, no. 40, 1989.

³ *Electrical Units—Present status and future development*, Bachmaier, H. Primer Seminario Internacional, op. cit.

⁴ *Aplicaciones de la microscopía de tunelamiento electrónico de barrido en metrología de superficies*, García Cantú R., op. cit.

⁵ *Tendencias del aseguramiento de la calidad en relación con la metrología*, García C. R., *De la metrología*, año 1, no. 3, 1989.

En marcha el Programa Nacional Indicativo del Posgrado

Jesús Mendoza Alvarez

Como apuntamos en la entrega pasada (Elementos 14, sección Reporte) el objetivo central del Programa Nacional Indicativo del Posgrado (PNIP) es el establecimiento de normas generales que garanticen la excelencia académica de la educación del posgrado así como

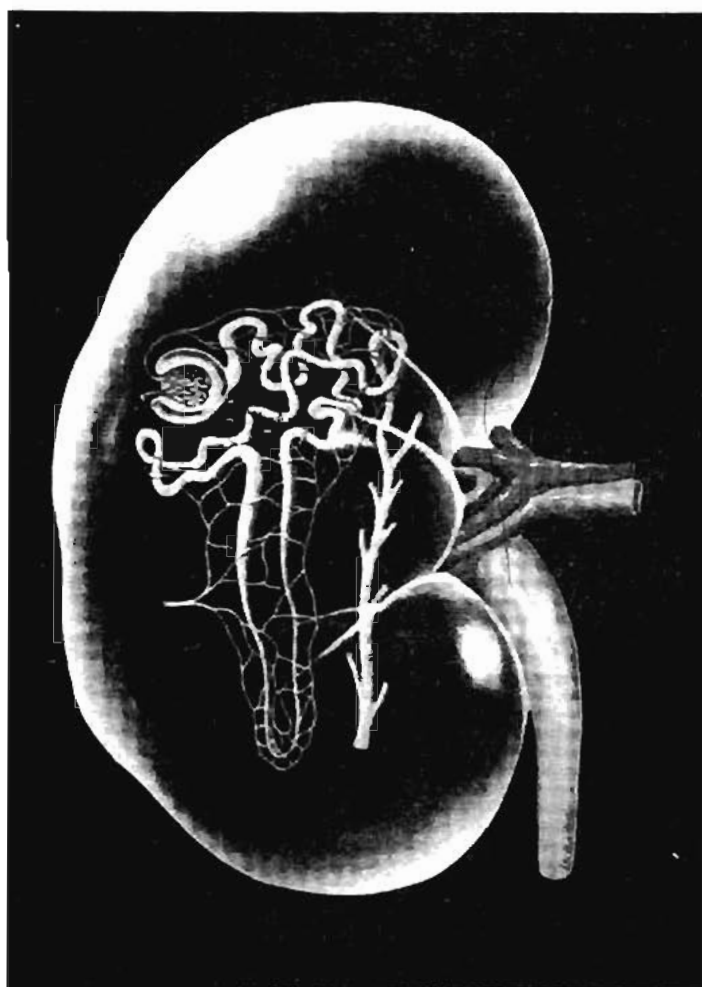
los criterios mínimos y mecanismos para la evaluación y coordinación de los programas de posgrado de las universidades e instituciones de educación superior.

Este programa está integrado por cuatro apartados. En la referencia señalada más arriba se adelantan los puntos sustanciales del primer apartado, los dos siguientes se ocupan de definir aquellos aspectos que afectarán en lo inmediato al sector educativo.

El segundo apartado expone los criterios normativos de los estudios de posgrado que las instituciones de educación superior deben observar como criterios generales, independientemente de que adopten una normatividad específica. Así, se definen los objetivos de las opciones del posgrado, los requisitos que deberán cumplir las instituciones para ofrecerlos, "así como algunos criterios generales sobre organización institucional, ingreso, reinscripción y permanencia de los estudiantes los planes y programas de estudios, el egreso, el personal académico y los alumnos, a fin de que el posgrado alcance sus objetivos."

El tercer apartado, criterios y mecanismos de evaluación, es determinante en cuanto al futuro de los posgrados que se ofrecen en México. Para la fecha de aparición del número presente de Elementos, lo más probable es que ya se hayan instalado las comisiones evaluadoras del posgrado que procederán a la aplicación del programa en cuestión. Así que aquellas instituciones que no se hayan pre-ocupado por tomar en cuenta los criterios de normatividad propuestos por el PNIP, tendrán dificultades para garantizar un posgrado de calidad.

El PNIP señala que "La evaluación se asume como un proceso integral, permanente, flexible, sistemático y crítico, cuyas etapas de desarrollo proporcionen resultados que puedan ser aplicados en la retroalimentación, reestructuración o consolidación de los programas de posgrado. Se propone (en este capítulo) a partir de cri-



Reporte

terios generales, con los cuales se pretende realizar una contrastación entre el estado actual de los programas y las políticas, objetivos, estrategias y metas nacionales que persiguen su modernización."

En su punto número 1 (Conceptualización del posgrado) el apartado II define únicamente a tres opciones como educación de posgrado: especialización, maestría y doctorado; de esta manera excluye cualquier otra.

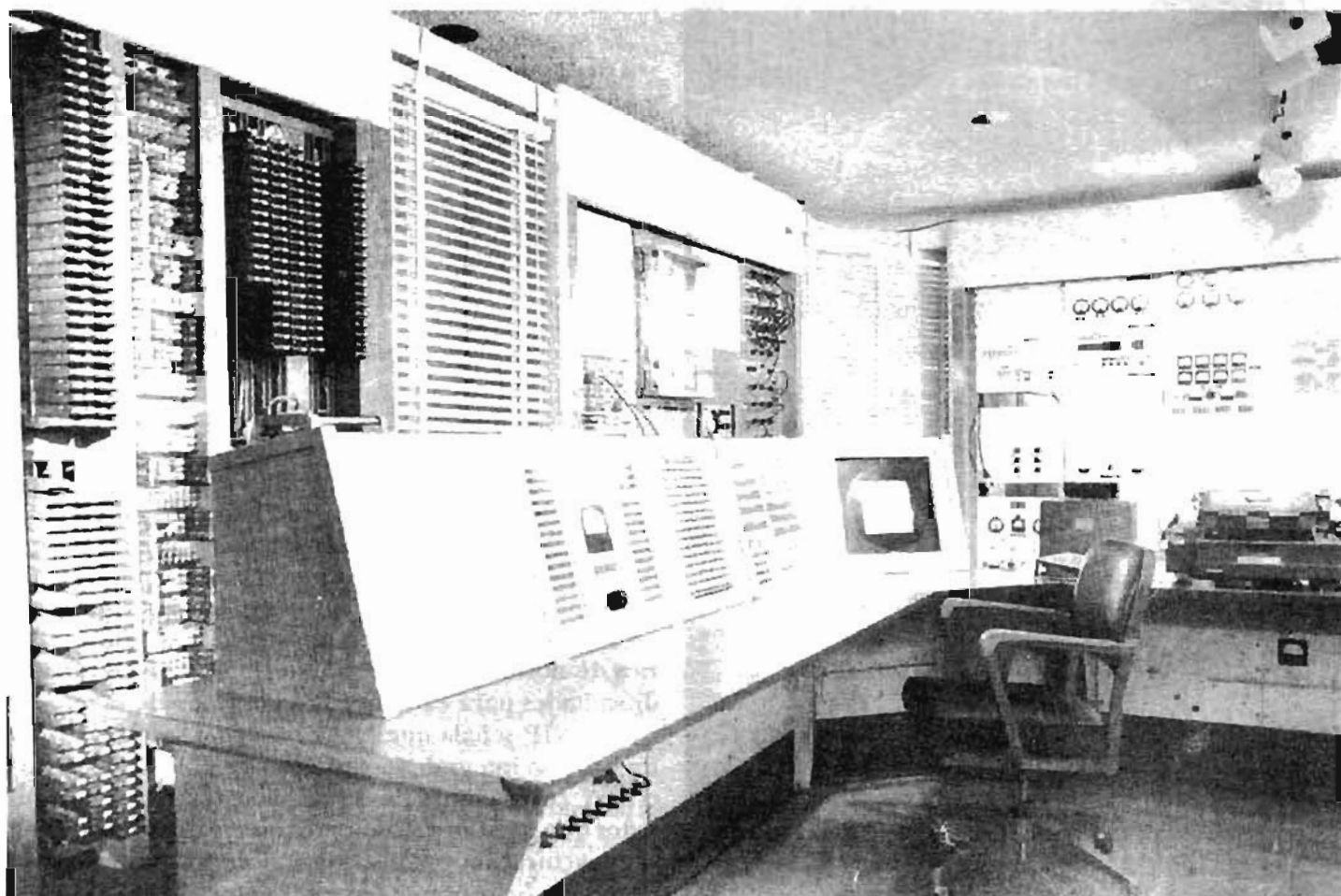
Además define los objetivos de las opciones. Particularmente al señalar el correspondiente a la maestría le asignan el de "formar personal capacitado a través de la investigación para participar en el desarrollo innovativo...así como preparado para la docencia..."

De estas definiciones se deriva que el PNIP quiere dejar claro, de una vez por todas, quien puede conside-

rarse como investigador científico o tecnológico con sus respectivas consecuencias de orden laboral, entre otras.

El punto número 2 (Organización institucional) puntualiza la normatividad mínima que deben observar los posgrados. Especifica que el responsable de cualquier programa de posgrado deberá poseer el grado o el diploma en el área correspondiente a los estudios que se imparten. Señala también las funciones mínimas que los cuerpos colegiados de cada programa deben desempeñar.

Una de las definiciones relevantes del punto 3 (Ingreso, reinscripción y permanencia) se refiere a que el límite de tiempo que un alumno puede permanecer hasta la obtención del grado que busca es de dos veces la duración señalada en el plan de estudios correspondientes.





En el punto 4 (Planes y programas de estudio) se define lo que debe entenderse por plan de estudios, así como los conceptos que debe especificar, tales como: perfil del aspirante, procedimiento de ingreso, perfil del egresado, requisitos de permanencia y obtención de grado, entre otros. Asimismo define la forma de computar los créditos, especificando el número mínimo de ellos que cada opción debe poseer.

Los requisitos para obtener los diplomas o grados de las tres opciones del posgrado son tratados en el punto 5 (Egreso). Ahí también se definen los requisitos para establecer los temas de tesis de maestría y doctorado.

El punto 6 (Personal académico y tutoría) es de particular importancia. Inicia especificando que las designaciones de los profesores serán formuladas por el res-

ponsable del posgrado en la institución y ratificadas por el respectivo cuerpo colegiado. Agrega que la selección de profesores se hará por examen de oposición.

Este punto también define los requisitos que deben satisfacer los tutores de maestría y doctorado; por ejemplo, tener el mismo grado que el nivel que se ofrece.

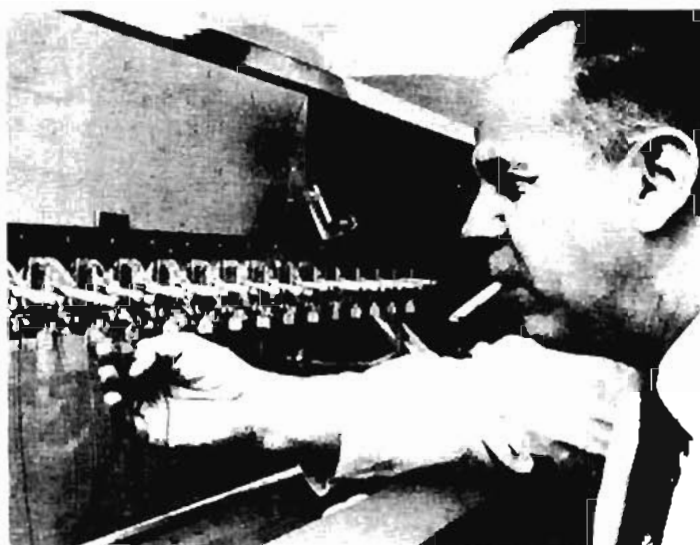
En su último punto (7. Alumnos) el II apartado expone los criterios de dedicación que deben observar los estudiantes del posgrado y las razones por las cuales pueden ser dados de baja.

El objetivo general del apartado III (Evaluación de los estudios de posgrado) consiste en "Concertar, promover y coordinar una estrategia de evaluación integral del posgrado nacional cuyas etapas contribuyan a la solución de su problemática y a la elevación de su calidad."

Para esto se establecen las condiciones mínimas para que un posgrado funcione en forma adecuada. En el caso de la especialización debe haber un mínimo de dos académicos de tiempo completo adscritos a esta opción, entre otras condiciones.

Para la maestría y el doctorado se establece un mínimo de cinco académicos de tiempo completo (tres en el caso de una maestría sin continuación hacia el doctorado) de preferencia con grado de doctor.

Considera además la evaluación periódica de los posgrados (cada tres o cuatro años); la existencia de



Reporte

un cuerpo de tutores, mecanismos de gestión de apoyo académico, infraestructura mínima, articulación con el sector productivo, así como la existencia explícita de una línea institucional de investigación.

Para la evaluación del posgrado, el PNIP es muy cuidadoso al aclarar que la evaluación no debe llevarse a cabo indiscriminadamente, sino tomando en cuenta el grado de madurez de un programa de posgrado.

En consecuencia define tres etapas de su ciclo de vida, caracterizando cada una de ellas de manera formal: inicio, consolidación y madurez.

El PNIP complementa esta caracterización con un listado que reúne un esquema general de objetivos y metas del posgrado, tomados del Programa Para la Modernización Educativa y de la experiencia de evaluación institucional del Programa de Fortalecimiento del Posgrado Nacional del CONACYT, que utilizará a la hora de realizar las evaluaciones respectivas. Tomará en cuenta: diseño curricular, alumnos, personal académico e infraestructura.

Los comités de evaluación serán nombrados en función de las siguientes áreas académicas: artes y ar-

quitectura, económico administrativas, físico-matemáticas, químico-biológicas y de la salud, ciencias sociales y humanidades, ingeniería y tecnología.

Estos comités serán conformados por un Presidente nombrado por la Comisión Nacional del Posgrado, especialistas renombrados de cada área y miembros designados por ANUIES.

A manera de epílogo.

Puede inferirse fácilmente de lo aquí tratado que para aquellos programas que han venido funcionando con el apoyo y la supervisión del CONACYT la normatividad a implementar por el gobierno federal para todo el sector educativo no representa un problema grave. Sí lo es para los programas que han estado al margen de cualquier control extrainstitucional y a la sombra de una desorganización que les ha favorecido.

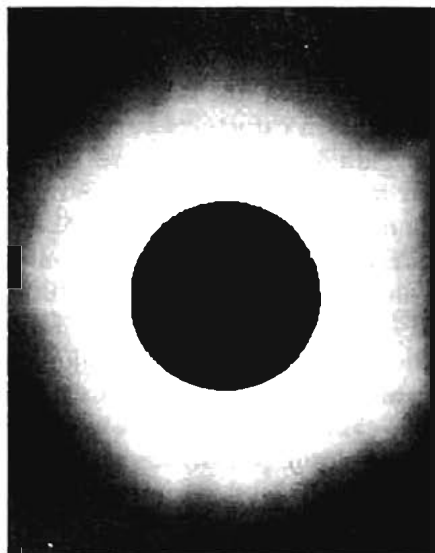
El PNIP busca establecer referencias de calidad y poner orden en un medio en el que comenzaba a manifestarse una oferta indiscriminada de educación de posgrado sin garantía de normas mínimas de excelencia con las que, ahora, habrá que tomar en cuenta a la hora en que las instituciones diseñen sus ofertas educativas.



A

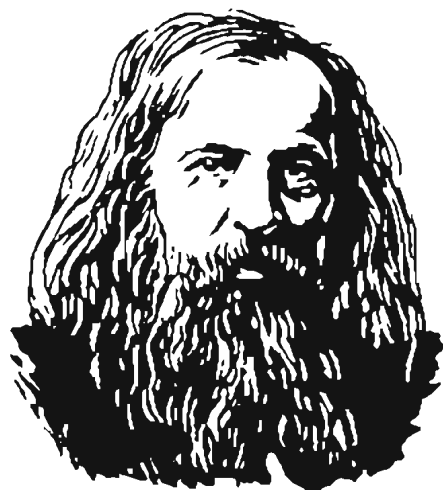
Plena

Luz



El eclipse del 11 de julio de 1991 tendrá dos características: la duración de su fase de totalidad llegará a los 6 minutos, 58 segundos, lo que lo acerca mucho al límite teórico que estos eventos pueden tener. Además su trayectoria cubrirá las zonas más densamente pobladas del país.

El resultado científico de la estancia de Humboldt en México fue enorme: investigó experimentalmente las relaciones entre la naturaleza y la población, elaboró tablas estadísticas y mapas con información estratégica del país, y analizó las relaciones sociales de la época.



Периодический закон открыт
Д.М.МЕНДЕЛЕЕВЫМ в 1869 году

La genialidad y el espíritu práctico de Mendeleiev no se reducen a su Tabla Periódica de los Elementos Químicos; sus trabajos abarcaron diversas áreas de la ciencia, la tecnología, la industria, la agricultura y el transporte.

Gracias a los descubrimientos realizados por M. Tsvet en el campo de la química fueron posibles grandes trabajos que han sido galardonados con el premio Nobel. Sus aportaciones a la cromatografía devinieron en aplicaciones a la química forense o en la detección de contaminantes ambientales.



11 de julio de 1991, un eclipse solar único

Marco A. Moreno Corral*
y María Guadalupe López Molina**

Desde los albores de la humanidad, la ocurrencia de eclipses solares y lunares impresionó profundamente al ser humano. A lo largo de más de 3000 años de historia documental, se encuentran referencias de observadores —astrónomos, historiadores y aún poetas— que han dejado constancia sobre este tipo de eventos. En numerosos textos se menciona el desconcierto y espanto que causaba el dramático fenómeno del obscurecimiento total del Sol. También los eclipses de Luna, siendo menos espectaculares, a menudo engendraron terror.

Gracias a los conocimientos alcanzados en el terreno de la Mecánica Celeste, a partir del siglo XVIII fue posible mediante el cálculo matemático, predecir con un alto grado de exactitud los eclipses lunares y solares que habrían de ocurrir en los siglos venideros. El mismo formalismo permite realizar cálculos precisos para saber cuándo y en dónde han sucedido eventos de este tipo, lo que ha permitido complementar investigaciones históricas que de otra forma serían poco confiables en cuanto a su fecha de ocurrencia. Así por ejemplo, sería muy impreciso el año en que murió el emperador francés Luis el Bondadoso, si un cronista anónimo no hubiera informado que un eclipse total del Sol fue visible en Francia el 5 de mayo, víspera de la Ascensión, algunas semanas antes de la muerte de ese rey franco.

Recurriendo al cálculo de eclipses, se pudo establecer que el año en cuestión fue el 840 de nuestra era.

Ya que aproximadamente dos terceras partes del globo terráqueo están cubiertas por los océanos, los mares y los casquetes polares, la mayoría de los eclipses ocurren en esos sitios, lo que ha dificultado grandemente su observación. Esto es especialmente cierto en lo que al pasado se refiere, ya que antes del siglo XVIII, no fue posible decir con seguridad y anticipación suficiente la fecha exacta, el lugar y el tipo de eclipse que habría de ocurrir. Consecuentemente el registro de estos eventos no ha sido regular, por lo que nuestros infor-

mes históricos sobre tales fenómenos son escasos y confusos, dando la equivocada impresión de que son algo excepcional.

El eclipse solar más antiguo, entre los documentados, se encuentra registrado en una tablilla de barro escrita con caracteres cuneiformes, surgida de las excavaciones hechas en la Ciudad de Ugarit, perteneciente a la cultura sumeria. Al descifrarla, los especialistas encontraron el siguiente texto: "El día de la luna nueva en el mes de Hiyar fue avergonzado. El sol bajó (durante el día) en presencia de Ras-hap (Marte). (Por lo tanto), el señor será atacado por sus vasallos". Aunque en lenguaje criptico, la des-

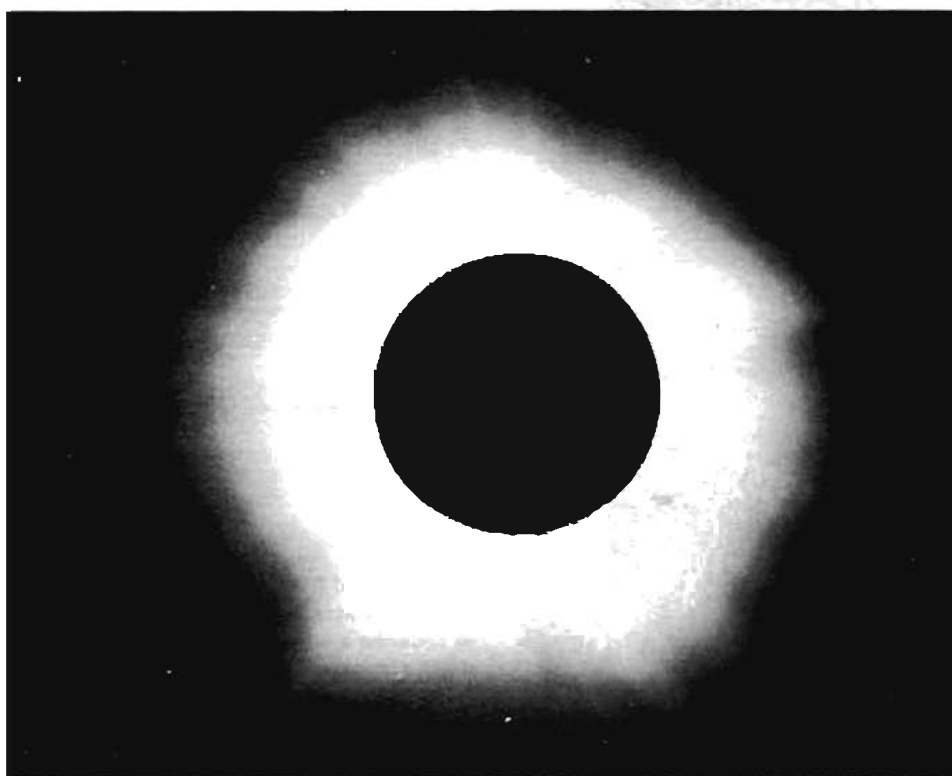


Figura 1. Eclipse total de Sol del 7 de marzo de 1970. Mihuatlán, Oaxaca.

* Por Comisión del Instituto de Astronomía de la UNAM.

** Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.

cripción anterior parece referirse a un eclipse total de Sol. La evidencia arqueológica permite fijar ese evento en un lapso comprendido entre los años 1450 y 1200 A.C. Ayudados por la rapidez de las computadoras, los especialistas encontraron casi 500 eclipses que ocurrieron en ese periodo. De ellos, se seleccionaron sólo aquellos sucedidos en la vecindad inmediata de esa antigua ciudad y en los que el disco solar haya quedado cubierto por el lunar en al menos un 88%. Quedaron entonces sólo cuatro eclipses. Los ocurridos en los años de 1406, 1375, 1340 y 1223 A.C. De éstos, únicamente el de 1375 tuvo lugar en el mes de Hiyar, por lo que con un alto grado de confiabilidad, puede decirse que el texto escrito en esa tablilla hace mención a él. Por esa época, la actividad literaria en Ugarit fue intensa, no es entonces, sorprendente encontrar la descripción detallada del eclipse entre muchas otras tablillas.

Tocante a nuestro continente, es bien conocido el alto grado de avance que en la observación de los fenómenos celestes alcanzaron muchos de los diversos pueblos que en distintas épocas del pasado lo habitaron, conocimientos que han quedado manifiestos en la orientación de pirámides y observatorios, así como en códices y estelas. Todo ello lleva a pensar que también aquí los eclipses solares y lunares fueron de gran interés para la población. Seguramente un estudio sistemático sobre este aspecto de nuestra herencia cultural, realizado conjuntamente por arqueólogos, historiadores y astrónomos, arrojaría información muy valiosa sobre la ocurrencia precisa de acontecimientos de gran importancia para un mejor conocimiento de tales culturas.

La precisión con la que actualmente se conocen los movimientos de la Tierra y de la Luna en torno al Sol es tal, que gracias al uso de programas de cómputo adecuados, es posible determinar con gran anti-

<i>Ciudad</i>	<i>Máximo del eclipse</i>	<i>Duración de la totalidad.</i>
Aguascalientes	13h 13m 27.1s	3m 42.9s
Celaya	13 18 48.2	6 20.3
Ciudad de México	13 24 13.6	6 42.0
Cuernavaca	13 24 25.9	6 40.2
Guadalajara	13 12 23.5	6 18.3
Iguala	13 24 53.8	4 24.3
Irapuato	13 17 17.7	6 36.0
La Paz	12 50 53.3	6 26.6
León	13 15 49.9	5 55.7
Mazatlán	13 01 39.6	5 41.5
Morelia	13 19 01.0	6 18.1
Oaxaca	13 33 14.8	5 36.4
Orizaba	13 29 43.4	5 29.4
Pachuca	13 24 13.0	3 32.6
Puebla	13 27 04.6	6 26.9
Querétaro	13 13 44.0	5 36.1
Salina Cruz	13 37 56.8	5 33.3
Tapachula	13 46 03.1	6 20.7
Tepic	13 07 32.0	6 42.0
Toluca	13 23 09.6	6 47.7
Tulancingo	13 25 06.6	1 35.0
Tuxpan	13 05 54.0	6 56.2
Tuxtla Gutierrez	13 14 25.9	3 56.6
Zitácuaro	13 21 20.2	6 37.8

cipación todas las circunstancias de eclipses solares y lunares. Ya desde el siglo pasado existen obras astronómicas especialmente dedicadas a presentar las características de los próximos eclipses, así como las de los que han ocurrido en los últimos milenios. Una de ellas es la ya clásica obra intitulada "*Canon der Finsternisse*" (Canon de Eclipses) que en 1887 publicó Theodor Ritter von Oppolzer y que ha sido actualizada recientemente. Al Hacer una revisión de ella buscando los eclipses solares que han ocurrido en los últimos tres milenios sobre el territorio actualmente ocupado por México, se encuentra que al menos ha habido 269, lo que confirma nuestra afirmación previa de que estos eventos no ocurren excepcionalmente. Sólo durante el presente siglo, en nuestro país han sucedido tres eclipses totales, seis parciales y dos anulares, además, el 11 de julio de 1991, ocurrirá en gran parte del territorio nacional un eclipse total de Sol, que por sus características

será único en la historia moderna de nuestro país.

Aunque es muy conocido el mecanismo que ocasiona tanto los eclipses de Sol como los de Luna por completez, daremos aquí un resumen de él. La palabra eclipse viene del griego *ékleipsis*, que significa ocultación, siendo precisamente eso lo que ocurre durante uno de esos eventos astronómicos. Como la Tierra y la Luna se están desplazando constantemente en torno al Sol, a hacerlo, habrá posiciones en que alguno de estos dos cuerpos opacos del sistema solar oculte al otro de los rayos solares. Cuando la Luna en su recorrido alrededor de la Tierra llega a ocultar al Sol, esto es, cuando se interpone entre nuestra estrella y el planeta que habitamos, se produce un eclipse solar. Aunque el tamaño del Sol es muy diferente al de nuestro satélite natural, se da la circunstancia de que por encontrarse la Luna mucho más cerca de la Tierra (unos 300 mil kilómetros), desde ella se

ve que tiene un tamaño aparente prácticamente igual al que desde aquí le vemos al Sol que está a 150 millones de kilómetros, por ello puede ser ocultado completamente por la Luna. Cuando la Tierra es la que se interpone entre el Sol y la Luna, ocurre un eclipse lunar. Durante estos eventos se puede ocultar total o parcialmente al cuerpo celeste en cuestión, hablándose entonces de eclipses totales o parciales. En el caso de los de Sol, una variante más son los eclipses anulares. Durante ellos sucede que la Luna no cubre totalmente al Sol, pero como sus centros geométricos coinciden sobre la línea de visión, queda descubierto un angosto y brillante anillo formado por la periferia del disco solar, de ahí el nombre.

De acuerdo a lo expresado en el párrafo anterior, deberíamos esperar que cada luna nueva hubiera un eclipse de Sol. De igual manera, debería haber un eclipse lunar en cada fase de luna llena. Esto no es así porque el plano que contiene a la órbita que describe la Luna en torno a la Tierra, puede llegar a formar un ángulo de un poco más de cinco grados con el plano que contiene los centros del disco solar y del de la Tierra. Por esta razón, la mayoría de las veces la Luna no coincidirá con el disco solar, ni entrará en el cono de sombra proyectado por nuestro planeta, por lo que no tenemos eclipses cada vez que se produce una de esas fases lunares.

A nuestro juicio, el eclipse total de Sol del 11 de julio de 1991 tiene dos características que lo hacen muy especial: la duración de la fase de totalidad llegará a los 6 minutos, 58 segundos, lo que lo acerca mucho al límite teórico que uno de estos eventos puede tener, por lo que su observación detallada se facilitará mucho. Por otra parte, la trayectoria que seguirá la franja de totalidad al adentrarse en territorio mexicano, tocará las zonas más densamente pobladas del país, por lo que millones de mexicanos

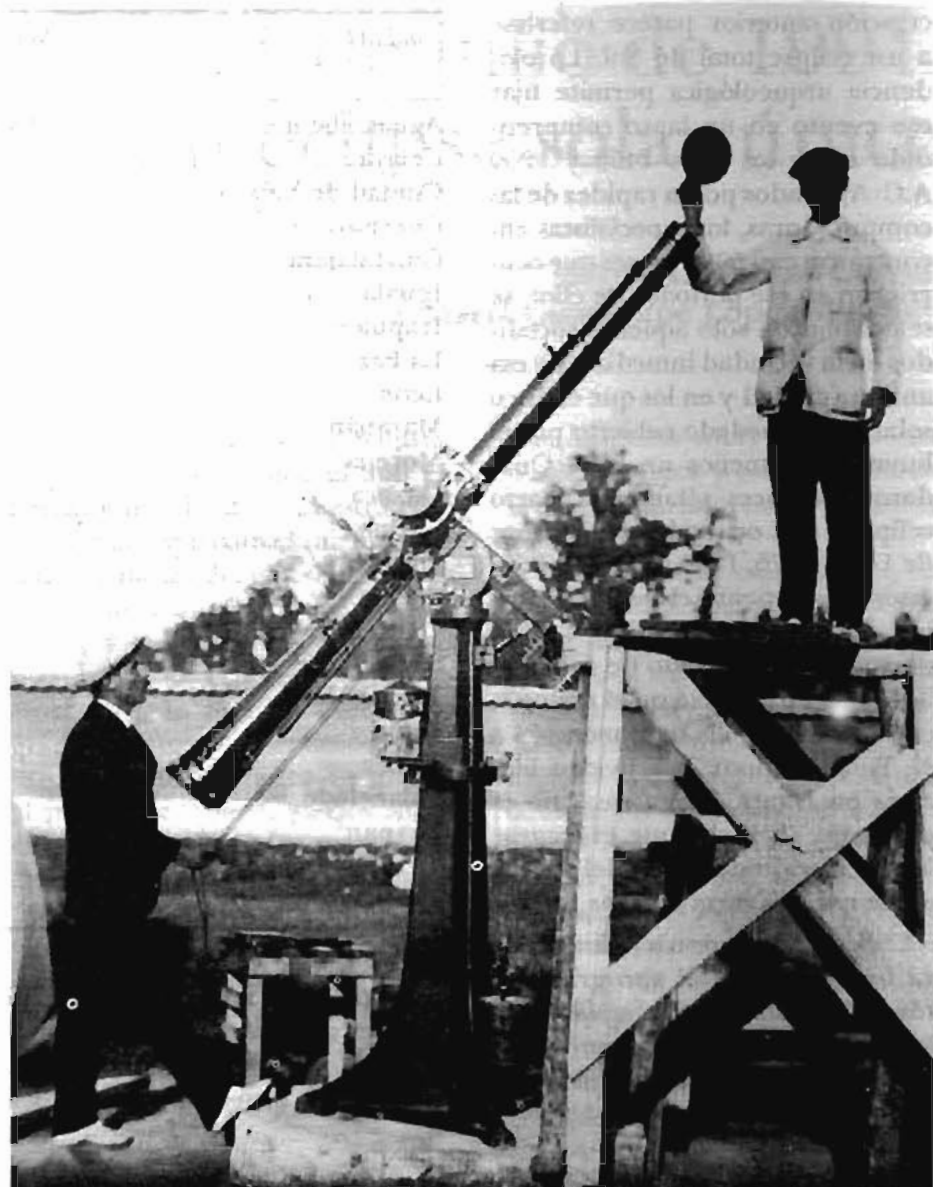


Figura 2. Revisión de instrumentos previa al eclipse del 10 de septiembre de 1923. Yerbanis, Durango.

podrán ver el fenómeno del oscurecimiento total desde las puertas mismas de sus casas. Esto siempre y cuando las condiciones climáticas lo permitan.

El eclipse se iniciará en la parte media del Océano Pacífico a las 10 horas, 28 minutos (hora de la Ciudad de México). La franja de totalidad, que tendrá un ancho máximo de 261 kilómetros y se estará desplazando con una velocidad superior a los 150 kilómetros por minuto, entrará a territorio nacional por el Estado de Baja California Sur a las 12 horas, 45 minutos. Cruzará esa península

para salir por el Golfo de California. Llegará a territorio continental entrando por las costas de los estados de Sinaloa, Nayarit y Jalisco. Continuará por Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Michoacán, Estado de México, Distrito Federal, Morelos, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Guerrero, Veracruz, Oaxaca y Chiapas, por donde finalmente saldrá del país a las 13 horas, 44 minutos. A lo largo de este recorrido, tocará a las ciudades mayormente pobladas de México, por lo que se puede afirmar que más de la mitad de los mexicanos podrán vivir las

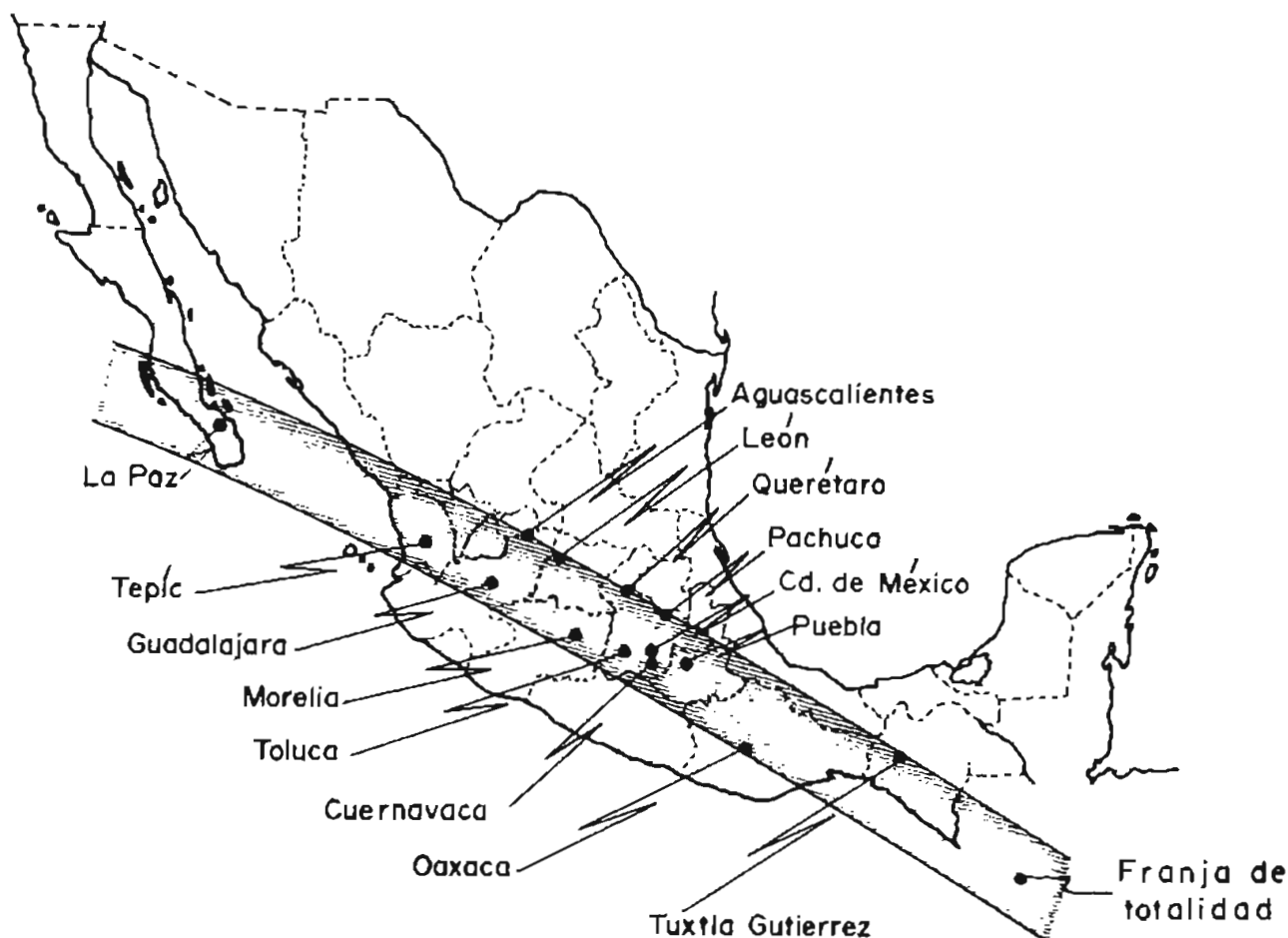
Dependiendo de la distancia del observador a la línea central de la franja de totalidad, la duración del eclipse será distinta, por lo que en la tabla se listan, las principales ciudades que quedarán dentro de la zona de totalidad, así como el tiempo que en cada una de ellas durará el oscurecimiento completo.

ras, 50 minutos. Durante ella se debe tener gran cuidado de no ver al Sol directamente, ni mucho menos a través de ningún dispositivo óptico por sencillo que éste sea, ya que el ojo puede sufrir daños severos, que incluso puede causar ceguera completa. La fase de totalidad tendrá lugar cuando el disco lunar cubra completamente al solar. En esos momentos es cuando el día se convertirá por algunos minutos en noche. Es en esta fase cuando se puede apreciar el brillo y la estructura de la Corona Solar. También será posible ver estrellas brillantes como Cátor y Polux que estarán muy cercanas al

Desgraciadamente por la época del año en que este eclipse ocurrirá, la posibilidad de que el cielo esté nublado o incluso esté lloviendo es alta para la mayoría del territorio nacional. A partir de los registros climáticos previos, los expertos han determinado cuáles serán los lugares de México con mayores posibilidades de encontrarse despejados por la mañana del 11 de julio de 1991. El sur de la península de Baja California es el que ofrece mayores esperanzas, ya que por tener un régimen climático distinto al del México continental, en esa época del año la insolación es muy alta. Otros lugares con posibilidades son algunas partes de los estados de Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Morelos, Puebla, Guerrero y Chiapas. Se debe aquí aclarar, que aunque el cielo esté completamente nublado, el fenómeno de oscurecimiento total ocurrirá dentro de la franja señalada, ya que el eclipse es un evento que nada tiene que ver con la capa atmosférica terrestre.

**Trayectoria que seguirá la franja de totalidad
en el Estado de Puebla durante el Eclipse del 11 de julio de 1991**

Trayectoria que seguirá la franja de totalidad a lo largo de México durante el Eclipse del 11 de Julio de 1991



servar durante los eclipses totales, o con instrumentos especialmente diseñados para ese fin.

Para esa ocasión, vendrán a territorio nacional un considerable número de científicos extranjeros, que con instrumentos diversos y muy sofisticados, llevarán a cabo mediciones de parámetros importantes dentro de sus ramas de especialidad. Por lo expuesto sobre el patrón climático, la mayoría de ellos situarán sus campamentos de observación en la zona de La Paz, Baja California.

Diferentes institutos, grupos e individuos nacionales, o en combinación con algunos extranjeros, ubicarán sus campamentos a lo largo de la franja de totalidad, incluso en zonas de tan difícil acceso

como el Popocatepetl. Habrá toda una gama de experimentos; desde los que han sido planeados con la intención de obtener datos de valor científico novedoso, hasta los meramente didácticos. También abundarán los observadores que únicamente buscarán disfrutar del evento.

Desde hace casi 50 años que en el Estado de Puebla se encuentra instalado el Observatorio Astrofísico Nacional, institución que a principios de la década de los 70 se convirtió en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica. en él hay un grupo de astrónomos que, aprovechando los telescopios profesionales allí instalados, así como la posibilidad de que en esa región esté razonablemente

despejado el día del eclipse, han desarrollado un programa de observación que les permitirá estudiar con gran detalle la Corona Solar, buscando teóricos del plasma coronal predicen. Este tipo de trabajos de investigación, además de contribuir al acervo astronómico mundial, proporciona una oportunidad única de entrenamiento a los jóvenes astrónomos que se están formando en ese centro científico.

Para concluir, queremos señalar que el eclipse total de Sol que ocurrirá el 11 de julio de 1991 bien podría llamarse el Eclipse Mexicano, ya que las circunstancias de su ocurrencia sobre territorio nacional son únicas, brindando con ello un verdadero espectáculo celeste a nuestro pueblo. Nuestra su-



Figura 3. Tablilla de barro con caracteres cuneiformes encontrada en la ciudad sumeria de Ugarit. Describe un eclipse total de Sol.

gerencia es que por ningún motivo se lo pierda. Si tiene dudas de cómo observarlo, recurra a los profesionales, seguramente en lugares como el Instituto de Astronomía de la UNAM, el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica y el Observatorio Astronómico Nacional encontrará respuestas adecuadas a sus preguntas. No permita que el charlatanismo o el comercialismo que siempre se presenta alrededor de este tipo de eventos lo sorprendan. Un eclipse total del Sol no tiene ninguna consecuencia sobre la población, los animales o la agricultura. Simple y sencillamente es una enorme sombra producida cuando la Luna intercepta los rayos luminosos que del Sol salen para incidir en la superficie terrestre. Si en el pasado estos eventos causaron pánico, fue por el desconocimiento de las causas que los originaban. A punto de comenzar el tercer milenio y el siglo XXI, el hombre debe ser capaz de superar sus miedos atávicos y disfrutar de la belleza de un eclipse total de Sol.

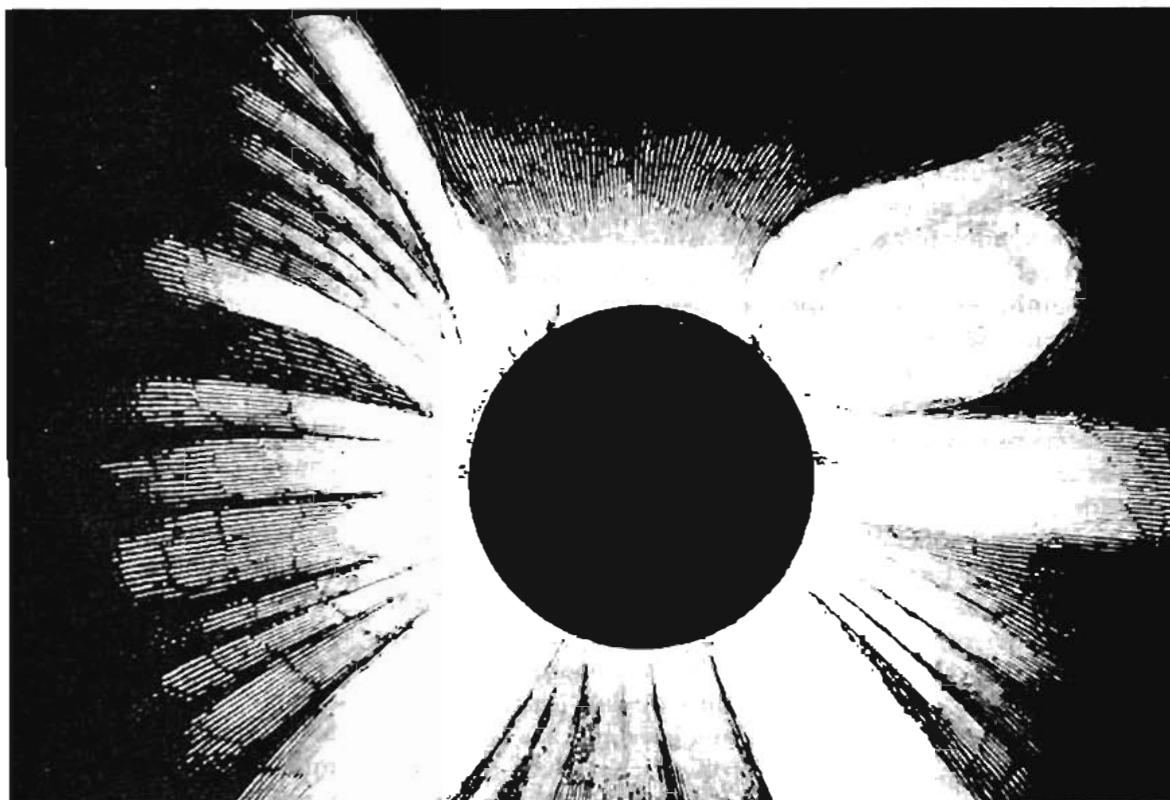


Figura 4. Dibujo de la corona solar durante el eclipse de 1860 ocurrido en España.

Humboldt: un “Benemérito de la Patria”

Gunther Geissler*

Hace 188 años, el 23 de marzo de 1803, un viajero investigador y experto en ciencias naturales desembarcó en Acapulco. Vino de Lima continuando un viaje de exploración a través de diferentes partes del Continente Americano. Su equipaje consistía no solamente en una variedad de instrumentos para realizar mediciones e investigaciones científicas en las áreas geográfica, geofísica, geología, vulcanología, climatología y otras; sino también en un cúmulo de muestras de plantas, animales y piedras. Tenía además cientos de hojas con apuntes, resultados de medición, dibujos y mapas y sobre todo traía un pasaporte especial con un poder ilimitado emitido por el primer secretario de Estado de la Corona de España, Mariano Luiz de Urquijo, para visitar las colonias españolas y hacer uso de sus instrumentos. El viajero fue el alemán Alejandro de Humboldt, una personalidad ya muy conocida en ese entonces. Su fama se le adelantó e hizo que Humboldt recibiera toda la ayuda posible del entonces virrey de Nueva España, don José Iturrigaray, para usar los archivos y otros materiales secretos con el fin de realizar sus multifacéticos estudios.

Alejandro de Humboldt nació el 14 de septiembre de 1769 en Berlín, como segundo hijo de un exoficial y gentilhombre de cámara perteneciente a la nobleza de la corte prusiana. Su hermano mayor, Gui-

* Universidad Humboldt de Berlín. El presente artículo fue escrito por el doctor Geissler durante su estadía como profesor visitante en el Departamento de Química del Instituto de Ciencias de la UAP.



Figura 1. Trayectoria del histórico viaje de Humboldt en su recorrido por México y el norte de Sudamérica.

llermo, tenía dos años más que él.

Los hermanos Humboldt fueron formados y educados juntos, exclusivamente por profesores particulares, con el objeto de prepararse para el servicio público. Muchos de sus profesores fueron progresistas de espíritu ilustrado. Además los Humboldt tuvieron acceso a los círculos de la “Ilustración de Berlín”, en los cuales los hermanos asimilaban muchas ideas que estaban en contra de su misma clase social.

Los profesores siempre tuvieron más problemas con Alejandro que con su hermano mayor, y eso no solamente debido a que Alejandro tenía menos años, sino porque le gustaban más la naturaleza, la vida de los animales y las plantas, los experimentos. Leyó diferentes descripciones de exploradores como George Forster, quien participó en la segunda circunnavegación del mundo efectuada por Cook y admiró los dibujos y cuadros de paisajes, plantas y animales de países

y continentes lejanos. Así poco a poco crecieron sus sueños de viajar algún día a esa lejanía fascinante.

En 1787 los hermanos Humboldt se matricularon en la entonces Universidad de Frankfurt del Oder, en la que Alejandro estudió "cameralística" (finanzas, economía y administración). Esta universidad tenía casi 300 años de fundada, aunque estaba muy descuidada por falta de interés hacia las ciencias por parte de los reyes prusianos. Los hermanos Humboldt se aburrieron pronto de los profesores pedantes y divorciados de la realidad y experimentaron que el solo nombre no convierte a una institución de enseñanza en universidad. Años más tarde esta experiencia influyó mucho sobre el desarrollo de las ideas para fundar la Universidad de Berlín y formular su programa fundamental. Así que tras un semestre terminaron su estancia en Frankfurt. Alejandro regresó a Berlín y estudió intensamente de manera particular la tecnología, es decir la aplicación de matemáticas, física y química en la producción industrial, especialmente en la industria textil berlinesa. En 1789 siguió a su hermano a Gotinga, para estudiar en la joven y progresista universidad del lugar las ciencias naturales y lingüística.

Ya para el joven Alejandro de Humboldt las ciencias nunca fueron el fin absoluto sin relación con la práctica. En una época en la que la población en los países europeos aumentó rápidamente y los alimentos escasearon y encarecieron, vio a las ciencias en su relación con las necesidades de los seres humanos y escribió en una carta en 1789: "Cuántas fuerzas no utilizadas hay en la naturaleza, las cuales en su desarrollo podrían dar alimento y empleo a miles de hombres." En Gotinga Alejandro llegó a conocer a muchos científicos importantes. Sin duda Humboldt no tuvo encuentro más importante para su futuro que el de Maguncia, durante un viaje de estudios. Ahí conoció a Jorge Forster de quien él, siendo

La Universidad Humboldt de Berlín

- 1810 Fundación de la Universidad berlinesa según las ideas de Guillermo de Humboldt (estadista, humanista, filósofo y lingüista): *Conectar fuertemente la investigación con la enseñanza.*
4 facultades: tecnología, filosofía, derecho y medicina.
- 1827/28 Conferencias "Kosmos" de Alejandro de Humboldt quien impulsó fuertemente el desarrollo de las ciencias naturales en la joven Universidad.

Profesores famosos en la historia de la Universidad

- en filosofía: Fichte, Hegel.
- en medicina: Hufeland, J. Müller, V. Langenbeck, V. Graefe, Virchow, Griesinger, Kock, Sanerbruch.
- en matemáticas: Weierstrass, Kummer, Kronecker.
- en química: V. Hofmann, E. Fischer, Nernst, O. Hahn.
- en física: Magnus, V. Helmholtz, Planck, V. Lave, A. Einstein, M. Born.

Estudiantes famosos

Marx, Engels, Heine, Feuerbach, Haeckel, H. Hertz, Liebknecht. 27 personalidades de la universidad recibieron premios Nobel.

- 1933-45 Durante el período del fascismo la universidad perdió su papel como centro científico internacional por el racismo y la guerra fascista. El 70% de la universidad quedó destruido.
- 1946 Reapertura de la universidad.
- 1949 Denominación solemne como "Universidad Humboldt de Berlín". Hoy la Universidad está dividida en 35 secciones de diferentes disciplinas científicas y una parte de medicina (Charité) con 13 clínicas, 16 institutos, 5 policlínicas, la sección de gastroenterología y una escuela de enfermeras.

A la fecha la idea fundamental de los hermanos Humboldt: conectar la investigación con la enseñanza, sigue siendo válida para todas las disciplinas.

niño, había leído el informe sobre su viaje alrededor del mundo. Poco más tarde, en 1790, los dos iniciaron un viaje por Bélgica y los Países Bajos con rumbo a Inglaterra. Durante éste Forster llegó a ser el profesor y amigo de Alejandro, quien aprendió el método de "viajar científicamente" con el objeto de relacionar las condiciones naturales de un país o una región con las condiciones sociales y políticas de su población. El contacto con Forster hizo cada vez más fuerte el deseo de Humboldt de hacer viajes de exploración al mundo tropical. En el viaje de regreso a Alemania los dos pasaron por París. Ahí Humboldt quedó profundamente impresionado por el entusiasmo revolucionario del pueblo francés.

Entre agosto de 1790 y abril de 1791 Humboldt cursó estudios en la entonces mundialmente famosa Academia de Comercio de Hamburgo y entre junio de 1791 y febrero de 1792 estuvo en Friburgo para mejorar y profundizar más intensamente sus conocimientos de ciencias naturales en la también famosa Academia de Minas. Ahí su profesor más importante fue Abraham Gottlob Werner, el fundador de la geognosia. Regresando a Berlín el joven Alejandro ingresó en la administración de minas de Prusia donde trabajó meritoriamente por cuatro años, aumentando mucho el rendimiento de las minas al mejorar los métodos de extracción de minerales y la seguridad de los mineros. Inventó lámparas de seguridad y una "máquina de respiración" para salvar a las víctimas de explosiones de gas grisú. Con su artículo "Sobre los gases subterráneos y las medidas para disminuir su desventaja" quiso animar a los físicos y químicos a investigar el grisú. En estos años Humboldt tuvo la oportunidad, y lo hizo con toda la intensidad posible, de aplicar sus amplios conocimientos científicos para mejorar, como él escribió, "la vida y la salud de una clase laboriosa

de hombres", llegando a ser un amigo de los mineros pobres. Por su cuenta fundó dos escuelas para la instrucción de los mineros.

Después de la muerte de su madre, a finales de 1796, Humboldt heredó una considerable fortuna, lo que le dio la independencia financiera necesaria para realizar, finalmente, sus planes de viaje. Durante los siguientes dos años se preparó empeñosamente para viajar hacia "la India Occidental". Estuvo en Jena y Weimar para visitar a su hermano, a Schiller y a Goethe, con el cual mantuvo especialmente intensos y productivos contactos científicos a pesar de diferir en la manera de observar la na-

turalidad. Para Goethe el fenómeno, la evolución, lo biológico eran lo importante: Humboldt en cambio se sintió impulsado a hacer experimentos y mediciones para explorar los "elementos" y fuerzas de la naturaleza. En 1797 partió a Viena y tuvo la idea de visitar Italia a fin de investigar los volcanes y familiarizarse con algunos instrumentos científicos. Este plan naufragó al desatarse la guerra entre Francia y Austria. Otra guerra, la marítima entre Francia e Inglaterra, hizo imposible empezar su viaje al Continente Americano y evitó el nuevo plan de un viaje para Egipto. Ya estando en París, recibió una invitación para participar en una cir-



Figura 2. Pintura de Humboldt en su juventud.

cunnavegación francesa. Los preparativos empezaron, pero una vez más por la guerra se canceló la expedición.

En París Humboldt llegó a conocer a Aimé Bonpland, un médico y botánico francés. Los dos probaron cruzar el Mediterráneo hacia África del Norte para llegar a Egipto. Las malas noticias que llegaron a esta región los obligaron a dirigirse a España, en busca de alguna oportunidad que les permitiera, por fin, realizar el viaje hacia América. Gran parte del camino fue recorrido a pie para probar los instrumentos científicos.

La España del Rey Carlos IV estaba en malas condiciones. La corrupción, la manía de derroche de la corte, el bloqueo de la costa española por la armada inglesa causaron gran miseria financiera. La posesión de las colonias ultramarinas se encontró entonces en peligro. El comercio con ciudadanos ajenos y el suministro de datos estadísticos sobre las relaciones económicas y la población en las colonias podían ser causa de pena de muerte o de prisión perpetua.

Gracias a la gran influencia del ministro plenipotenciario sajón, el barón Florell, y del primer secretario de Estado de la Corona de España, Mariano Luiz de Urquijo, Humboldt y Bonpland consiguieron el permiso para entrar en las colonias españolas ubicadas en América. El 5 de junio de 1799 los dos viajeros salieron a bordo de la fragata española "Pizarro" desde el puerto de La Coruña rumbo a Sudamérica. No la búsqueda de oro o plata, como fue en otros tiempos el motivo del aventurero Pizarro, sino el verdadero afán de un investigador movió a Humboldt, el cual deseaba proporcionar los datos necesarios para la comparación científica de las relaciones en la tierra y para reconocer las leyes de la vida en nuestro planeta.

Después de una escala en Tenerife arribaron el 16 de julio de 1799 a Cumaná, puerto localizado en la actual Venezuela. Allí se que-

daron por cuatro meses, impresionados por todo lo nuevo e investigando activamente los alrededores. El 21 de noviembre de 1799 llegaron a Caracas y el 30 de marzo de 1800 empezaron en San Fernando de Apure un viaje en bote, recorriendo casi 2 800 km atravesando una región selvática en el interior del subcontinente sudamericano nunca antes visitada por ningún científico. El resultado más espectacular de este viaje fue la comprobación científica de la conexión entre los sistemas fluviales del Orinoco y el Amazonas.

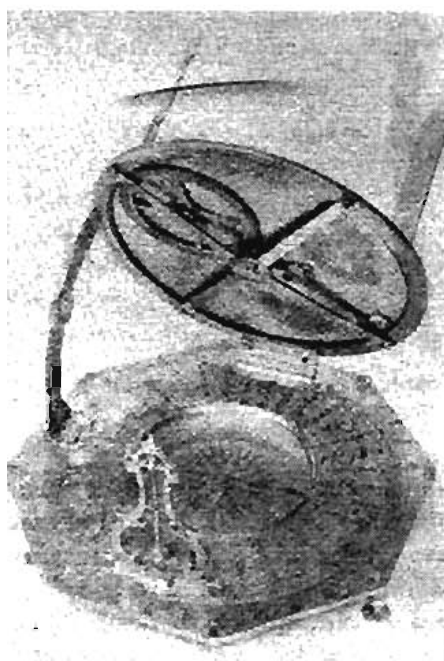


Figura 3. Instrumento de orientación magnética y de observación celeste utilizado por los navegantes de la época.

Regresaron muy extenuados. Durante el necesario descanso aprovecharon para hacer la primera clasificación de su material científico, mismo que enviaron en buena parte a Francia e Inglaterra. Después de descansar ambos iniciaron su primer viaje a Cuba, donde permanecieron del 19 de diciembre de 1800 al 8 de marzo de 1801. Humboldt investigó Cuba geográficamente y estudió las condiciones de trabajo de los esclavos en las plantaciones. Noticias falsas referentes a la llegada de una

expedición francesa movilizaron a los viajeros rumbo a Sudamérica, así que empezaron otro viaje de exploración pasando por Bogotá y Quito y, por fin, después de un año y medio llegaron a Lima, el 23 de octubre de 1802. Ahí se embarcaron el 5 de diciembre, junto con Carlos Montúfar —su nuevo acompañante a partir de Quito— rumbo a Acapulco. En este viaje por mar Humboldt investigó, entre otras cosas, una corriente marítima fría, más tarde conocida como "Corriente de Humboldt".

El 22 de marzo de 1803 avistaron Acapulco, desembarcando al día siguiente. Sin hacer una pausa Humboldt investigó geográficamente la costa pacífica y en acción común con Bonpland aumentó su colección de plantas. El 29 de marzo partieron de Acapulco, llegando el 2 de abril a Chilpancingo. De ahí viajaron por Mezcala (3 de abril) hacia Taxco. Gracias a sus buenos conocimientos de minería Humboldt logró evaluar certeramente en pocos días el rendimiento de la minería taxqueña.

Pasando por Puente de Ixla (9 y 10 de abril) y Cuernavaca los viajeros llegaron el 12 de abril, por fin, a la ciudad de México. A lo largo de todo el camino Humboldt midió con sus instrumentos el perfil geográfico e investigó las relaciones geológicas del paisaje recorrido.

Humboldt se entusiasmó mucho con la capital mexicana, especialmente por sus construcciones y, sobre todo, por la vida científica y cultural. En el Colegio de Minería encontró a Fausto d'Elhuyar,* Gottlieb Friedrich Mothes y a Andrés Manuel del Río, a quienes conocía ya desde sus estudios en la Academia de Minería de Friburgo. Durante su estancia en la ciudad de México Humboldt participó intensamente en la vida científica de este colegio. El Jardín Botánico y la Acade-

* Ver *Elementos* no. 6. Los hermanos Elhuyar, el aislamiento del wolframio y sus relaciones secretas con la Corona Española. (Nota del editor)

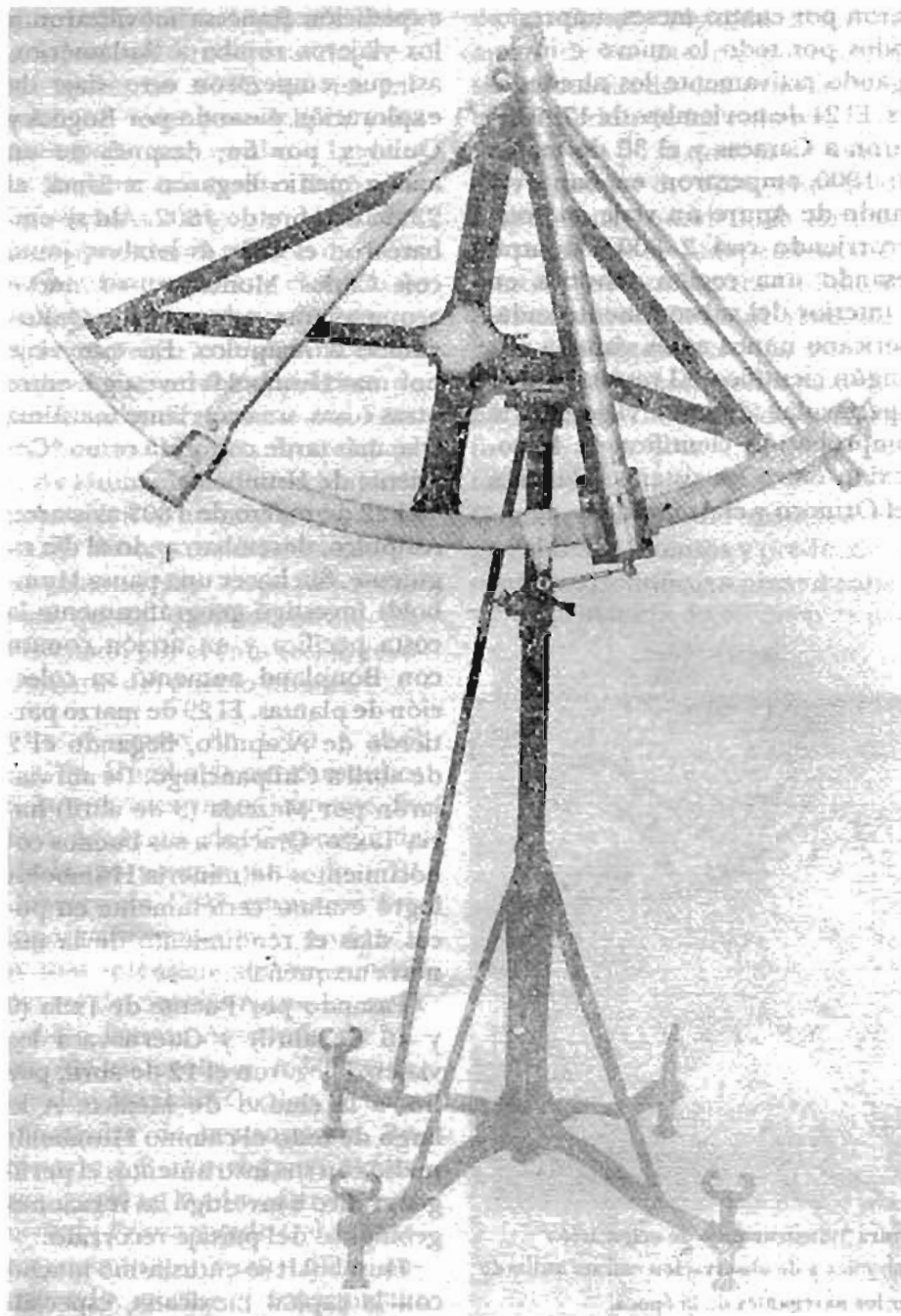


Figura 4. Aparato usado para determinar coordenadas geográficas.

mia de las Nobles Artes de México también le impresionaron profundamente. Llegó a conocer al virrey, a funcionarios, oficiales, científicos y artistas y mantuvo asimismo amplios contactos con el pueblo mexicano. Trabajó en los archivos del virreinato, estudió la colección de códices aztecas del padre José Antonio Pichardo, visitó dos veces el famoso sistema de desagüe de la ciudad en Huehuetoca y midió trigonométricamente los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, desde el techo del Colegio de Minería.

La ciudad fue punto de partida para diferentes excursiones. Subió al Cerro del Chicle, visitó las aguas termales en el Peñon de los Baños, viajó dos semanas a Pachuca, La Regla, Atonilco el Grande, Actopan y Real del Monte investigando los yacimientos de obsidiana y las antiguas minas prehispánicas. El 10. de agosto de 1803 partió por Tula, San Juan del Río y Querétaro para Guanajuato, donde estuvo entre el 7 de agosto y el 10 de septiembre de 1803 para evaluar el nivel y el rendi-

miento de la minería, así como para profundizar sus estudios geográficos, geológicos y mineralógicos. De Guanajuato dio un rodeo por las fuentes termales de San José de Comanjilla y salió el 11 de septiembre hacia el volcán de Jorullo (a unos 40 km al sur del Lago de Pátzcuaro), mismo que investigó profundamente el 19 de septiembre. Regresando por Valladolid (Morelia), Ucareo, Acámbaro, Maravatío e Ixtlahuaca llegó a Toluca, donde subió al Nevado del mismo nombre el 29 de septiembre para determinar barométricamente su altura. Después volvió a la Ciudad de México, donde permaneció hasta enero de 1804.

El 10 de enero salió con Bonpland y Montúfar rumbo a Veracruz, después de haber enviado sus colecciones. El 22 de enero de 1804 llegaron a Puebla, visitaron la pirámide de Cholula y el pueblo de San Nicolás de los Ranchos, desde donde Humboldt otra vez trigonométricamente midió la altura del Popocatepetl y el Iztaccíhuatl. Continuando su viaje pasaron por Perote, donde Humboldt subió al volcán Nauhcampatpetl (Cofre de Perote) el 7 de febrero, a fin de medirlo e investigarlo. Cerca de Ja-



Figura 5.

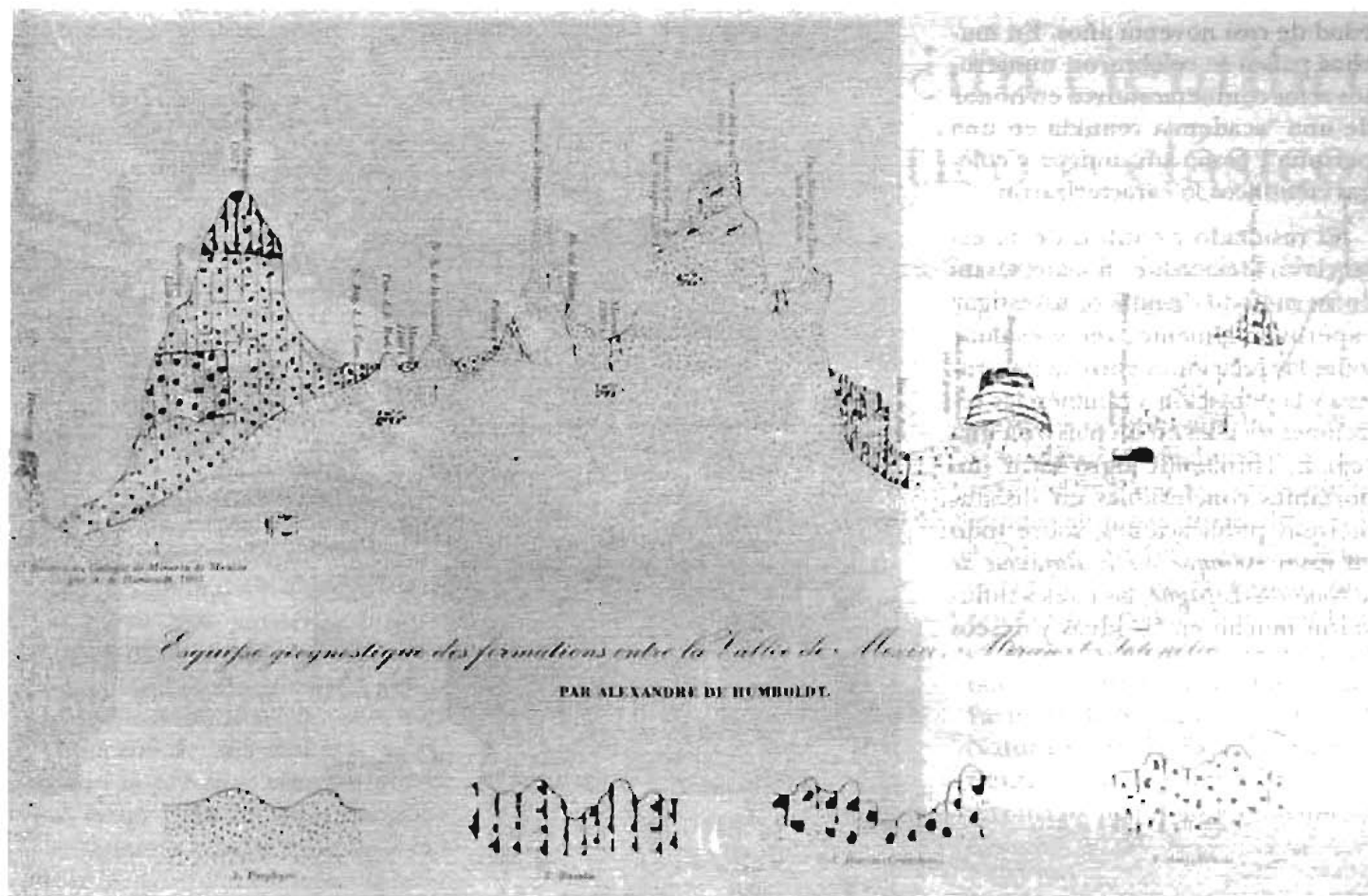


Figura 6. Estudios de los estratos geológicos del Valle de México realizados por Humboldt.

lapa midió “bajo condiciones desfavorables” y también trigonométricamente la altura del Citlaltépetl (Pico de Orizaba), con un resultado que le hizo creer en una menor altura que la del Popocatepetl.

A partir del 19 de febrero de 1804 esperaron en Veracruz investigando y midiendo sin pausa la costa y los alrededores, saliendo de México el 7 de marzo a bordo de la fragata española “La O” rumbo a Cuba. Humboldt partió como amigo del pueblo mexicano y para siempre México quedó como uno de los países más entrañables para él.

Su segunda estancia en Cuba duró del 19 de marzo al 29 de abril. Ahí completó sus investigaciones sobre las relaciones sociales. El 20 de mayo llegó a Filadelfia. En Estados Unidos aprovechó su estancia para comparar a una antigua colonia que ya había logrado su independencia con las regiones centro

y sudamericanas que seguían sujetas a la Corona española. Tuvo un encuentro con el presidente Jefferson, quedando muy impresionado por el desarrollo económico y los logros democráticos, si bien condenó fuertemente el menosprecio de los valores culturales, la pronunciada codicia y la esclavitud. Más tarde escribió: “La esclavitud es, sin duda, el mayor de todos los males que han afligido a la humanidad...”

El 30 de junio salió del Continente Americano a bordo de la “Favorita” y desembarcó el 3 de agosto de 1804 en Burdeos, como favorito no sólo del mundo científico sino también de todo el progresista público europeo. Muy pronto empezó con la evaluación de su viaje. Tras visitar a su hermano en Italia y una estancia de dos años en Berlín, Humboldt trasladó su residencia a París, debido a que en ese entonces únicamente ahí existían las condiciones necesarias para publicar sus

resultados con una mayor calidad. En los salones de París conoció al joven Simón Bolívar. Los conocimientos y el pensamiento de Humboldt influyeron fuertemente en el que más tarde sería el Libertador, y los dos llegaron a ser amigos.

Hacia 1827 Humboldt regresó a Berlín, en donde ofreció conferencias en su joven universidad, actualmente Universidad Humboldt de Berlín, así como charlas públicas que adquirieron fama bajo el nombre de “Conferencias Kosmos”.

En 1829, invitado por el zar ruso Nicolás I viajó a Siberia, recorriendo unos 15 000 kilómetros.

Los últimos treinta años de su vida Humboldt los dedicó a evaluar su viaje por Rusia y a su serie de libros “Kosmos”, obra científica de carácter popular en el mejor sentido de la palabra que tuvo gran influencia durante mucho tiempo.

Alejandro de Humboldt murió el 6 de mayo de 1859 en Berlín, a la

edad de casi noventa años. En muchos países se celebraron numerosos actos conmemorativos en honor de una "academia reunida en una persona", como sus amigos y colegas científicos lo caracterizaron.

El resultado científico de su estancia en México fue enorme. Usando su método científico: investigar experimentalmente, ver y evaluar todas las relaciones entre la naturaleza y la población y también las relaciones sociales en un país o en una región; Humboldt logró sacar importantes conclusiones en sus numerosas publicaciones, sobre todo en *Essai Politiqne sur le Royaume de la Nouvelle-Espagne*, las cuales influyeron mucho en las ideas y deseos



Figura 8. Monumento dedicado por la Universidad de La Habana al genial explorador y científico alemán.

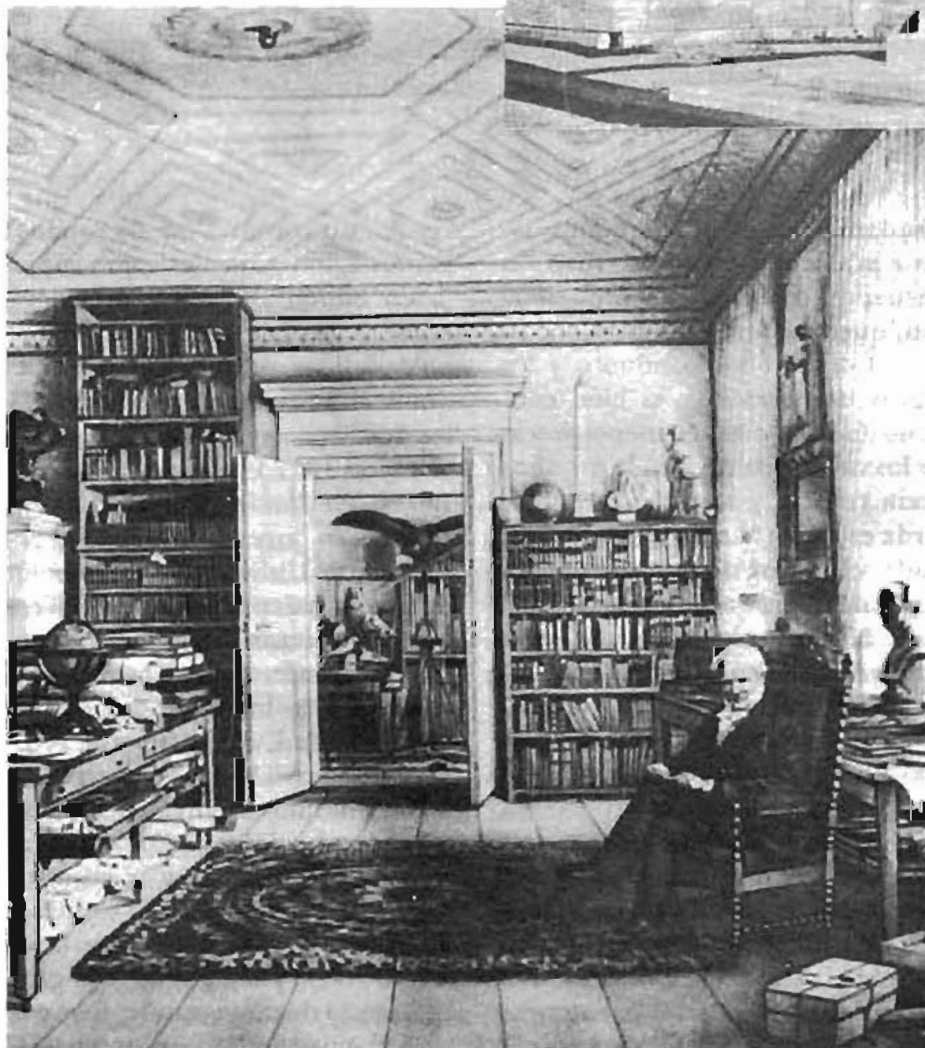


Figura 7. Alexander Humboldt en su estudio en Berlín.

de independencia, y eso no solamente en México. Sus resultados, tablas estadísticas y mapas sirvieron como fuente informativa general. Utilizando el testimonio científico de Humboldt el joven México independiente logró conseguir un empréstito de Inglaterra para su tan urgente desarrollo económico. Por lo tanto no fue una sorpresa que los presidentes mexicanos Antonio López de Santas Anna e Ignacio Comonfort condecoraran a Humboldt todavía durante su vida, y el presidente Benito Juárez le confirió en 1859, poco después de su muerte, el título de "Benemérito de la Patria".

Mendeleiev, ¿un científico romántico o clásico?

A.O. Sánchez-Sandoval, E. González Vergara
y M.P. Elizalde-González*

I. Introducción

Dimitri Ivanovich Mendeleiev fue un destacado científico ruso que hizo importantes contribuciones en diferentes áreas de la Química, aún cuando es más conocido por su trabajo sobre la tabla periódica de los elementos. La obra de Mendeleiev se destaca sobre todo, por la relación de sus trabajos teóricos con la práctica, relación por la cual luchó toda su vida. Su labor investigadora estuvo dirigida a explicar la naturaleza como un todo único, a encontrar la conexión mutua de los fenómenos y poner el resultado de sus investigaciones al servicio del hombre. Un lugar muy importante en los trabajos de Mendeleiev lo ocupó la industria rusa, a favor de la cual trazó un vasto programa para el aprovechamiento de los riquísimos recursos naturales de su país. Los trabajos de Mendeleiev abarcaron diversas áreas de la ciencia, de la tecnología, de la industria, de la agricultura y del transporte (11).

II. Los albores de la vida del científico Mendeleiev

El 7 de Febrero de 1834 en la región de Tobolsk, Siberia, nació D. I. Mendeleiev, quien fue el último de los diecisiete hijos de Ivan Pavlovich Mendeleiev y María Dmitrievna Mendelieva. Su padre ejercía como profesor y era el director del Gimnasio de Tobolsk. Su abuelo



Mendeleiev durante su estancia en la Universidad de Oxford, Inglaterra.

había emigrado al Este, cuando Pedro el Grande decidió occidentalizar a Rusia (1,11).

En el mismo año del nacimiento de Mendeleiev, su padre queda ciego y su madre se ve obligada a trabajar una fábrica de vidrio que su hermano le cedió en usufructo, en la localidad de Aremzianskoe, a 20 millas de Tobolsk, para con ello sostener a su familia.

En 1847 su padre muere y al año siguiente la fábrica es destruida por el fuego, motivo por el cual regresan a Tobolsk (2,11). D.I. Mendeleiev queda al cuidado de su madre, la cual siempre luchó por dar a sus hijos instrucción superior. En 1849 Mendeleiev termina el bachillerato y en el verano del mismo año parten hacia Moscú, en cuya uni-

versidad no fue admitido, debido a su dialecto siberiano y porque según el reglamento sólo eran admitidos alumnos de distrito escolar de Moscú. Se dirigen a San Petersburgo donde es rechazado tanto por la universidad como por la Escuela de Medicina. Finalmente, su madre le aseguró un lugar en la Facultad de Matemáticas y Ciencias Naturales de la Escuela Superior Central del Magisterio de San Petersburgo, poco antes de su muerte, ocurrida el 20 de septiembre de 1850 (2,11).

Mendeleiev se especializó en física, química y matemáticas, y logró obtener el primer lugar en su clase. En este período convivió con distinguidos maestros como Alexandr Abramovich Voskresenski.

Alexandr Abramovich Voskresenski, destacado químico y pedagogo ejerció una influencia decisiva en la formación del futuro científico (1,11).

III. Las primeras investigaciones de Mendeleiev

Mendeleiev inició su vida como investigador en el campo de la química cuando todavía era estudiante de la Escuela Superior. Su primer trabajo científico ("Acerca del análisis de la Orfita y el Piroxeno de Finlandia") fue editado en 1854 por la sociedad Mineralógica. En este mismo año, Mendeleiev efectuó un importante y serio trabajo que constituyó su tesis de graduación y cuyo título fue: "Sobre el isomorfismo en relación con otras

* Maestría en Química, Departamento de Química, Instituto de Ciencias-UAP.

proporciones de la Forma cristalina y la Composición". En este trabajo, Mendeleiev estudió el fenómeno del isomorfismo utilizando muestras de minerales naturales; y obtuvo cristales homogéneos de las más diversas sustancias.

Mendeleiev observaba con interés cómo las sustancias isomorfas cristalizaban en la solución en forma de cristales mixtos de estructura homogénea. Al estudiar este fenómeno trataba de obtener una idea de las conexiones entre los átomos de las sustancias isomorfas. Al sumergir los cristales de una de las sustancias, isomorfas en una solución saturada de la segunda sustancia, se puede ver como el cristal sumergido empieza a recubrirse de nuevas capas, formadas por átomos de la sustancia isomorfa disuelta. En este fenómeno se ve claramente la afinidad en la conducta de los átomos de distintos elementos (11).

En 1855, Mendeleiev terminó brillantemente sus estudios en la Escuela Superior del Magisterio y fue premiado con la medalla de oro. Su trabajo sobre el isomorfismo fue publicado por primera vez en una revista científica rusa (*Gornyi Zhurnal*, 1855) y más tarde como un volumen separado (3,11).

Cuando Mendeleiev terminó la carrera, continuó en la Escuela Central del Magisterio; quería prepararse para el grado de maestro; pero por motivos de salud no podía quedarse en San Petersburgo, necesitaba cambiar de ambiente. En agosto de 1885 salió a Simferopol donde obtuvo un puesto de profesor, en lugar de salir a Odessa como era su deseo.

Debido a la difícil situación en Crimea —que se encontraba en estado de guerra—, no se reanudaban las clases; por lo cual en octubre de ese mismo año Mendeleiev obtuvo permiso para ir a Odessa, lugar donde existían excelentes bibliotecas y las condiciones favorables para hacer estudios superiores; obteniendo pronto una plaza de profesor en un gimnasio anexo al Liceo de Richelieu (2,3,11).

Mendeleiev trabajó intensamente preparando su tesis de Maestro sobre el tema "Acerca de los Volúmenes Específicos" y, el 9 de octubre de 1856, defiende su tesis, sobre la cual la información oficial del Ministerio de Instrucción Pública dice: "Las investigaciones personales del autor y las tesis expuestas al final han merecido la aprobación unánime, pues, ellas permiten diferenciar por los volúmenes en estado sólido, los fenómenos de sustitución de los fenómenos de combinación e indican el camino para la clasificación natural de las combinaciones químicas con base de sus volúmenes específicos".

El claustro de la Universidad otorga por unanimidad a Mendeleiev el grado de Maestro en Ciencias en Física y en Química.



Mendeleiev entre científicos participantes en la reunión de Jubileo de la Academia de Ciencias de Berlín.

En octubre de 1856, Mendeleiev defiende su trabajo "Sobre la estructura de las combinaciones silíceas", con el fin de obtener un cargo docente y el derecho de impartir cursos en la universidad. Es así como en enero de 1857, a la edad de veintitres años, fue confirmado en el cargo docente, en la cátedra de química de la Universidad de San Petersburgo (1,2,11).

Dándose cuenta de que no existían posibilidades para hacer estu-

dios científicos superiores en Rusia, Mendeleiev decide ir al extranjero, dirigiéndose a Francia donde estudió por algún tiempo bajo la dirección de Enrique Regnault (2).

En Abril de 1859 su gobierno lo envió a la Universidad de Heidelberg Alemania, para hacer estudios avanzados.

IV. El trabajo independiente de Mendeleiev

Mendeleiev aprovechó su estancia en Alemania para comprar y encargar los aparatos necesarios para su laboratorio. También hizo que se construyeran en los talleres de Alemania termómetros especiales y picnómetros según sus diseños (11).

En su laboratorio ya equipado, Mendeleiev se dedicó por completo al trabajo científico. Efectuó experimentos para estudiar los fenómenos de capilaridad, viendo acertadamente en ellos una manifestación de la fuerza de cohesión entre las moléculas. Si el líquido humedece las paredes del tubo capilar, las moléculas del líquido que ascienden y se adhieren a las paredes atraen a las moléculas vecinas, debido a las fuerzas de cohesión,

Como resultado de sus investigaciones publica tres artículos en 1860: "La capilaridad de los líquidos", "La dilatación de los líquidos" y "Las temperaturas absolutas de los líquidos". Los trabajos de Mendeleiev llevaron posteriormente a Andrews, en 1871, a enunciar el concepto de temperatura y presión crítica y a estudiar las relaciones entre capilaridad y composición química. Por esta razón la producción de gases en estado líquido, su separación y desarrollo van indisolublemente ligados al nombre de Mendeleiev (2,4,11).

Para 1863, en sus observaciones espectrales, interesó especialmente la comparación de espec-

elementos 51

tiembre del mismo año, en la reunión de la Asociación de Física de la Universidad de Petersburgo, Mendeleiev informó de la nueva ecuación de estado de los gases perfectos que había obtenido. En su trabajo, "Sobre la elasticidad de los gases", escribió la deducción de dicha ecuación, siendo publicado en 1875 (11).

VI. Mendeleiev el pedagogo

Mendeleiev inicia su labor docente en 1857 en la cátedra de química en la Universidad de San Petersburgo. Después de su estancia en Alemania, en febrero de 1861 Mendeleiev regresó a Rusia a reanudar su labor docente. Al impartir el curso de química orgánica vio la necesidad de escribir un manual que expusiera de modo claro y sistemático los conocimientos de esta materia, basados en las nuevas concepciones químicas. En su tratado de *Química Orgánica*, pone primordial atención en las leyes generales que rigen las interacciones de los átomos y además se propuso no sólo describir las combinaciones orgánicas conocidas, sino mostrar cómo las complejas eran resultado de la unión de otras más simples y cómo reaccionaban entre sí. De esta manera, trató de emplear la propiedad de los átomos de enlazarse químicamente para formar construcciones más o menos complejas (llamadas moléculas) en la comparación, descripción sistemática y en el estudio de las reacciones de los cuerpos (1,2,3,11).

Algo de gran importancia en este curso de *Química Orgánica* es que Mendeleiev rebatía, con su posición de materialista dialéctico, a los vitalistas buscadores de una "fuerza vital" a la que, según ellos, debían su origen las sustancias orgánicas. Mendeleiev enseñaba en su curso que todo fenómeno vital transcurría conforme a las leyes generales de la naturaleza y que ni un solo proceso vital era consecuencia de fuerzas especiales.

Abordando las diversas formas de combinación de los átomos para crear moléculas, Mendeleiev planteó en su libro, un nuevo problema: el de un gran número de sustancias que teniendo la misma composición química tienen propiedades diferentes.

Este fenómeno fue explicado más tarde al ser creada la teoría de la estructura química de las sustancias orgánicas por Butlerov. A propuesta de N.N. Zinin le fue otorgado a Mendeleiev —por este trabajo— el Premio Demidov de la Academia de Ciencias de Rusia.

En 1867 Mendeleiev fue electo, para suceder a A.A. Voskresenski, como maestro en la cátedra de química inorgánica en la Univer-

sidad de San Petersburgo, donde se distinguió por ser, además de un gran hombre de ciencia, un magnífico pedagogo, un excelente conferenciante y un educador solícito de la juventud estudiantil (1,3,11).

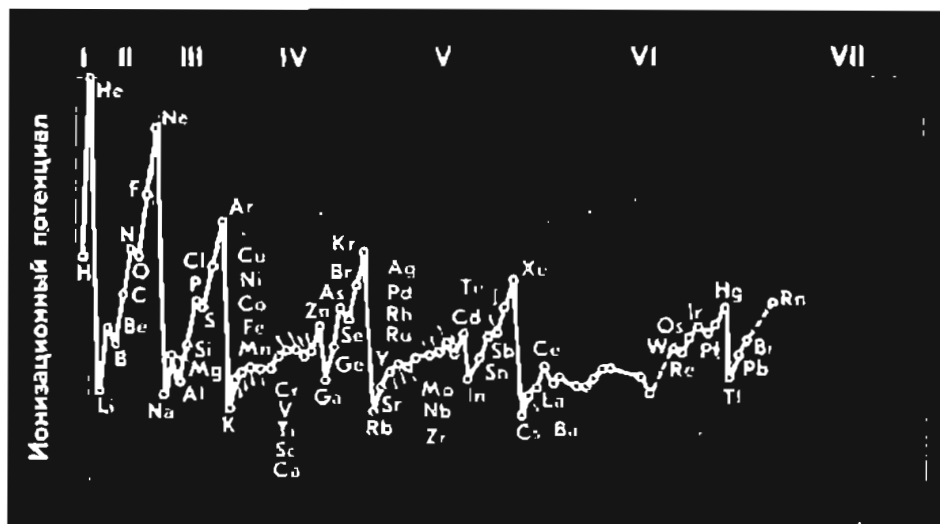
En ese mismo año D.I. Mendeleiev fue nombrado jefe del Departamento de Química, acontecimiento que dio un giro importante a su vida, a su vez inició su curso de química general.

La primera edición de su libro *Principios de Química* vio la luz en los años 1869-1871, ya para 1947 contaba con trece ediciones en la URSS y ha sido traducido a varios idiomas y en diversas ocasiones (11) (ver Tabla 1).

Tabla 1
Algunos trabajos publicados
por D.I. Mendeleiev*

1854	Acerca del análisis de la ortita y el piroxeno de Finlandia.
1855	Sobre el isomorfismo en relación con otras proporciones de la forma cristalina y la composición.
1856	Acerca de los volúmenes específicos.
1860	La capilaridad de los líquidos.
1860	La dilatación de los líquidos.
1860	Las temperaturas absolutas de los líquidos.
1861	Libro de Química Orgánica.
1862	Libro de Tecnología.
1865	En cuanto a las combinaciones del alcohol con el agua.
1867	Libro: <i>El desarrollo moderno de algunos tipos de producción química aplicado a Rusia y la Exposición Mundial de 1867.</i>
1870	Libro: <i>Principios de Química.</i>
1874	Sobre la elasticidad de los gases.
1876	Libro: <i>La industria petrolera en el estado norteamericano de Pensilvania y en el Cáucaso.</i>
1876	En cuanto a la nivelación barométrica y el empleo para ella del altímetro.
1887	Estudio de las soluciones acuosas por su peso específico.
1887	Ascensión en globo aerostático sobre Klin.
1888	La potencia que encierran las márgenes del Donetz.
1899	Libro: <i>Hacia el conocimiento de Rusia.</i>
1899	Libro: <i>La industria siderúrgica de los Urales en 1899.</i>

* Cabe aclarar que Mendeleiev se distinguió siempre por hacer informes detallados de cuanta empresa llevaba a cabo, utilizando un lenguaje claro y preciso. Las publicaciones antes mencionadas sólo son una parte de la gran producción de Mendeleiev.



Gráfica del potencial de ionización de los elementos indicando su periodicidad.

VII. La Ley Periódica, su mérito más conocido

Al iniciar su curso de química inorgánica, pensando en su plan de trabajo, empezó a preparar el manual de química para sus estudiantes, al cual dio el título de *Principios de Química*. A Mendeleiev le llamó la atención la falta de sistematización de los hechos de la química inorgánica y la falta de una base teórica firme en la química. La química era en sí, una descripción de multitud de hechos aislados.

Mendeleiev reunió todos los datos disponibles sobre los elementos cuya existencia se conocía en esa época. Cuando dió a conocer sus sorprendentes resultados, hubo gran excepticismo debido a que existían muchos espacios en su tabla, pero él que afirmó que éstos serían ocupados algún día por elementos y predijo cuáles serían sus propiedades y los pesos atómicos de esos elementos. Algunos se mofaron de su teoría; pero incitó a otros a buscar los elementos faltantes (1).

La predicción se cumplió, primero, con el descubrimiento del Galio en 1875; cuyas propiedades correspondían casi exactamente con las del "eka-aluminio. Su "eka-boro", elemento que faltaba entre el calcio y el titanio, fue descu-

bierto en 1879 en Suecia y denominado Escandio; su "eka-silicio" fue descubierto en Alemania en 1886 y llamado Germanio, y aunque Mendeleiev no predijo los gases inertes o "nobles", que aparecieron en los últimos años de su vida, entraron en su tabla con la creación de otra columna vertical (6).



Периодический закон открыт
Д.И.МЕНДЕЛЕЕВЫМ в 1869 году
"Ley Periódica descubierta por Mendeleiev en 1869".

VIII. Problemas fisicoquímicos

En 1865 Mendeleiev defendió la tesis para obtener el grado de doc-

tor en química, con el trabajo "En cuanto a la combinación de alcohol con el agua". En su trabajo, el joven científico trataba de desenmarañar el proceso de la disolución. En esa época se discutía seriamente si la disolución era una combinación química, o una simple mezcla de átomos de la sustancia y el disolvente, de manera similar a las mezclas de los gases. Mendeleiev formuló y sostuvo siempre la teoría química, a la cual llamó teoría de la "hidratación" de las disoluciones. Midiendo los volúmenes de alcohol y de agua antes de la disolución y los volúmenes obtenidos de las soluciones acuosas del alcohol, observó la contracción de los líquidos al disolverse. De aquí dedujo que la contracción se produce a consecuencia de la cooperación química del alcohol con el agua y demostró que la contracción máxima de la solución alcohol-agua se produce en el caso de proporción normal, equivalente, entre las cantidades de alcohol y de agua en la solución (11).

Estos trabajos de Mendeleiev lo llevaron posteriormente (1887) a publicar el "Estudio de las soluciones acuosas por su peso específico"; en donde resumía toda su investigación respecto a las soluciones y expresaba que "las disoluciones se rigen por las leyes habituales de la acción química". Este estudio lo llevó a una conclusión muy importante: las propiedades de las soluciones (densidad, conductividad eléctrica, etc.) experimentan cambios a saltos con un cambio paulatino general de las relaciones entre los componentes de las mismas: esto es, como resultado de las modificaciones en la concentración de la solución se operaba un brusco cambio en sus propiedades. Estableció también la ecuación que relaciona a la densidad y a la tensión superficial con la temperatura.

Las concepciones de Mendeleiev adquirieron gran importancia en la fisicoquímica de las soluciones y contribuyeron en gran parte a la

creación de la teoría moderna de las soluciones.

No obstante Mendeleiev incurrió en un error al negar la posibilidad de interpretar las transformaciones que en ella se operaban partiendo de las concepciones basadas en la naturaleza eléctrica de la interacción de los átomos, concepciones nuevas en aquella época.

En 1868, fue creada la Sociedad Físicoquímica Rusa, a iniciativa de Mendeleiev. La primera sesión se celebró en el mes de noviembre en el domicilio de Mendeleiev y bajo su presidencia.

No es sorprendente que a Mendeleiev le interesaran especialmente las soluciones; ya que durante su estudio puede observarse, dinámicamente, a un compuesto químico. Sobre la formación de soluciones y aleaciones Mendeleiev mantuvo dos tesis: 1) la formación de compuestos determinados va a través de cambios continuos y 2) la individualidad de compuestos debe ser reconocida a través de leyes generales. En relación con esto es muy interesante el análisis que realizó Mendeleiev a las ecuaciones diferenciales mediante las cuales se establecen algunas regularidades del cambio de propiedades en función de la composición. De esta manera, Mendeleiev al reconocer la indeterminación de la composición de las soluciones y las aleaciones, manifiesta su enfoque físicoquímico al problema del concepto de compuesto químico. En sus cursos sobre soluciones, enérgicamente diferenció de la tesis que solía dividir a los procesos químicos y físicos (entonces se consideraba que los procesos físicos influían sobre las partículas moleculares y que los químicos no). El consideró que el movimiento de los átomos existía aun en el equilibrio químico y que era la causa de los fenómenos químicos; que el calentamiento y la acción de un campo eléctrico, por ejemplo, aceleraban el movimiento de los átomos y conducían a una acción química (disolución de partículas).

Así el desarrollo de la teoría de soluciones, donde figura la obra de Mendeleiev puede dividirse en las siguientes etapas:

1. Años sesentas. Soluciones desde una posición atómico-molecular: no hay clara división entre compuestos determinados y no determinados y los primeros son casos particulares de los segundos, la sustancia disuelta se encuentra formando un compuesto químico con el solvente, la solución puede considerarse un compuesto químico más complejo por la simultánea formación de multitud de compuestos químicos, no actúa la ley de los equivalentes.

2. Años setentas. Punto de vista "dinámico" de las soluciones, con una posición del estudio del equilibrio químico: "Las soluciones son sistemas líquidos disociados formados por partículas de solvente, del cuerpo disuelto y de determinados compuestos inestables pero exotérmicos", según Mendeleiev.

3. Años ochentas. Aproximación a la creación de una teoría general de soluciones con base en la relación entre propiedades físicas y químicas de las soluciones, la dependencia entre composición y propiedades y el hecho de que los aspectos físico y químico de las soluciones, están íntimamente ligados. Mendeleiev apunta la analogía entre soluciones diluidas y los gases y simultáneamente se desarrolla la teoría física de las soluciones y de la de disolución electrolítica de Arrhenius. Al respecto, Mendeleiev escribió: "el regreso al electroquímico es apenas claro para los seguidores de la hipótesis de la "disociación electrolítica" y la aceptación de la descomposición de los átomos en electrones, para mí sólo complican el asunto y en nada lo aclaran". Aun así Mendeleiev dio a la teoría de la disociación electrolítica el calificativo de "hipótesis de trabajo". ¿Que parte en su crítica fue justa y qué parte estaba relacionada con su concepción subjetiva? Cabe destacar que la nueva teoría contradecía su concepción acerca de las diso-

luciones y en general de las interacciones químicas. Según Mendeleiev, los seguidores de Arrhenius cometían por lo menos dos errores: en primer lugar, describían la interacción de algunas clases de compuestos como interacciones de iones (lo cual no corresponde a la interacción en soluciones concentradas y de los mismos compuestos en soluciones de no electrolitos) y, en segundo lugar, trasladaban la concepción del proceso de disociación, hasta el estudio de la estructura de la materia. Finalmente Mendeleiev concluyó: "considerando que será necesario reconocer la existencia de la disociación y la asociación para el entendimiento de las soluciones, pienso que la concepción moderna de la disociación electrolítica frena por un lado la teoría de la disolución aunque por otro lado es útil porque genera la acumulación del material experimental que debiera incluir la futura teoría de las soluciones".

Preponderante en la trayectoria de Mendeleiev es su interés por la materia en sus tres estados de agregación. Ya en sus primeros años de actividad científica, en sus trabajos "Isomorfismo" y "Pesos específicos", remarcaba las peculiaridades de las interacciones en cada estado de agregación y se manifestaba enemigo de la extrapolación mecánica de las leyes válidas para gases, hacia los otros estados. En la química del estado sólido, Mendeleiev no realizó un trabajo abundante, pero lo atendió prácticamente de una manera constante en sus investigaciones de la química de los metales. Inmediatamente después del descubrimiento de la ley periódica, publicó artículos sobre la polimerización de partículas de carbón y la capacidad calorífica.

Al trabajo de Mendeleiev sobre soluciones está ligado también su interés sobre las aleaciones. La atención que dio a las gráficas de la dependencia de las propiedades con la composición dejó evidencia de su concepción acerca de la existencia de determinados compues-

tos en los puntos eutécticos (20). Asimismo indujo a algunos de sus discípulos a trabajar en ese campo, siguiendo muy de cerca sus trabajos.

Una evidencia más de la atracción de Mendeleiev hacia la fisicoquímica es su relación con la regla de las fases de J.W. Gibbs y los trabajos de G. Rozenboom y E. Meyerhoffer: "La regla de las fases que traduce complejos casos de la interacción química a sencillos esquemas y gráficas físicas merece completa atención, ya que facilita su estudio más completo y permite encontrar las relaciones químicas que tienen que ver con las soluciones, la disociación, las descomposiciones dobles y casos semejantes" (20).

IX. Relación de Mendeleiev con los primeros trabajos sobre radioactividad

Mendeleiev mostró gran interés por los trabajos de Henri Becquerel y los esposos Curie. En su actividad sobre la periodicidad, las peculiaridades de los últimos elementos de la tabla periódica habían despertado en él gran preocupación. En el descubrimiento de la radioactividad, remarcó la importante contribución al esclarecimiento de dos cuestiones íntimamente relacionadas entre sí: la naturaleza de un nuevo fenómeno y de nuevos elementos. En 1906 escribió: "estoy convencido de que la investigación del uranio a partir de sus fuentes naturales conducirá a nuevos descubrimientos y me atrevo a recomendar a aquellos que buscan nuevos temas de investigación, ocuparse de los compuestos uránicos".

Su primer encuentro con la radioactividad fue en 1902, en Francia, según testimonio de su libro de notas: "16/29 de Abril. Martes. A las 15:00 hrs. con Becquerel, Mr. y Mme. Curie en (Jardin de Plantes). Vi todo lo radioactivo que se pueda ver Radium-223. Muy característico, importante, pero no claro.

¿De qué proviene la descarga? ZnS brilla a partir de la solución. Transcurre la descarga." De sus meditaciones seguramente escribe a continuación: "Nosotros diferenciamos claramente 1) la sustancia y sus formas, 2) la fuerza y sus formas, 3) el alma y sus formas. Lo primero no puede ser sin lo segundo y pienso que lo tercero sin lo primero y los segundo; pero hay que conocer si hay alma en la materia y en las fuerzas?".

Así Mendeleiev inicialmente creyó: "mientras no aparezca algo más convincente", que la radioactividad (como el magnetismo) era una variedad de los fenómenos químico-mecánicos ya conocidos y se mantuvo muy cuidadoso, poniendo mayor atención al hecho de la transformación de los elementos, de la cual según Mendeleiev no existía aún (1902) suficiente confirmación experimental. Expresó Mendeleiev otra dificultad en la explicación del mecanismo de la desintegración radioactiva. Considerando a los átomos como unidades invisibles, Mendeleiev no pudo aceptar la emisión de partícula alguna a partir de ellos. Según su opinión eso era imposible y no tenía claro de dónde podía provenir la energía para arrancar partículas cargadas a átomos neutros.

Personalmente, Mendeleiev nunca experimentó en ese campo. En su laboratorio de pesas y medidas (1903-1904), su laboratorista M.V. Ivanov realizó observaciones de la capacidad de descarga del radio con el fin de establecer la influencia de las condiciones externas al proceso de descomposición radioactiva. De esto, juntos concluyeron que ni la temperatura ni la presión afectan la descomposición radioactiva (19). El cuidado experimental que imprimía Mendeleiev a su trabajo, lo condujo a adquirir para ello un "preparado garantizado" de bromuro de radio con el Profesor F. Gisel, cuando 1 miligramo se contaba en 8 marcos.

Por último, respecto a la radioactividad y también en la Teoría

de la Disociación Electrolítica de Arrhenius, el científico Mendeleiev presentó una contradicción en sus puntos de vista. Por un lado y aún antes del descubrimiento de la radioactividad desde un enfoque metodológico correcto predijo la diferencia cualitativa entre una reacción química y una reacción de transformación de elementos y apuntó en la búsqueda de una causa general que explicara la desintegración radioactiva.

X. Contribución de la obra de Mendeleiev a la tecnología

Es imposible imaginar que algún trabajo hecho por Mendeleiev no tuviera aplicación en la práctica. Mendeleiev era por naturaleza un hombre práctico que pensaba que la ciencia debería estar al servicio del pueblo y que sin el desarrollo de esta ciencia no habría avance en la industria. Desde muy joven a Mendeleiev le atrajo la química; y una de las principales razones para esto, era que estaba convencido de que se podía transformar las sustancias comunes, baratas y abundantes, en beneficio para el hombre.

En 1856, a la edad de 22 años, Mendeleiev realizó el trabajo "En cuanto a las combinaciones silíceas", donde exponía detalladamente la química de la fabricación del vidrio.

En esa época, Mendeleiev dedicó parte de su tiempo a publicar en la revista del Ministerio de Instrucción Pública, artículos en donde detallaba algunas prácticas de la industria, entre los cuales podemos mencionar: "Acerca del vidrio líquido o esmalte y las formas de su uso", "Nuevas sustancias colorantes".

Sus estudios relacionados con los líquidos y los gases, publicados en los artículos: "La dilatación de los líquidos", "La capilaridad de los líquidos", sirvieron de base para poder licuar gases, lo que hasta entonces se creía imposible para algunos gases, y para la separación de mezclas de gases por licuefacción.

En 1862 se publica el libro de *Tecnología* escrito por Mendeleiev, donde detalla las experiencias de la industria rusa. En este libro tiene gran relevancia lo referente a la elaboración de productos agrícolas.

A Mendeleiev se le considera el fundador de la agroquímica rusa. En 1865 cultivó un pequeño estado ruso con el fin de aplicar sus conocimientos científicos sobre agronomía. Consiguió organizar y llevar a cabo en tres años los experimentos para el estudio directo de la profundidad de las faenas de labranza y la acción de los abonos. Uno de los principales resultados de los experimentos de Mendeleiev fue el descubrimiento y fundamentación de la beneficiosa influencia que tiene para la fertilidad del suelo, calcificar las tierras de podzol de reacción ácida.

En 1867, como resultado de sus viajes a fábricas en Francia, Alemania y Bélgica, escribe el libro *El desarrollo moderno de algunos tipos de producción química aplicado a Rusia y la Exposición Mundial de 1867*, en el cual describe diversos tipos de producción química, en particular de la soda, indispensable para el desenvolvimiento de industrias como la textil, la del vidrio y otras; da consejos prácticos para la organización de las fábricas de productos químicos, sin eludir los cálculos que confirman la conveniencia de uno u otro proceso. También en este libro, Mendeleiev propugna la creación de una industria química nacional rusa, y hace notar las inmensas reservas naturales de materias primas que poseía su país.

A partir de su viaje a Bakú (1863), Mendeleiev se había interesado en la industria petrolera y en los problemas relativos al origen del petróleo. El sustentaba que éste se debía a la acción del agua sobre los carburos metálicos; teoría que despertó entonces gran interés. Sobre la industria petrolera, Mendeleiev tenía la idea de la elaboración química del petróleo, del cual decía ya que era una materia prima valiosa. Para la industria del

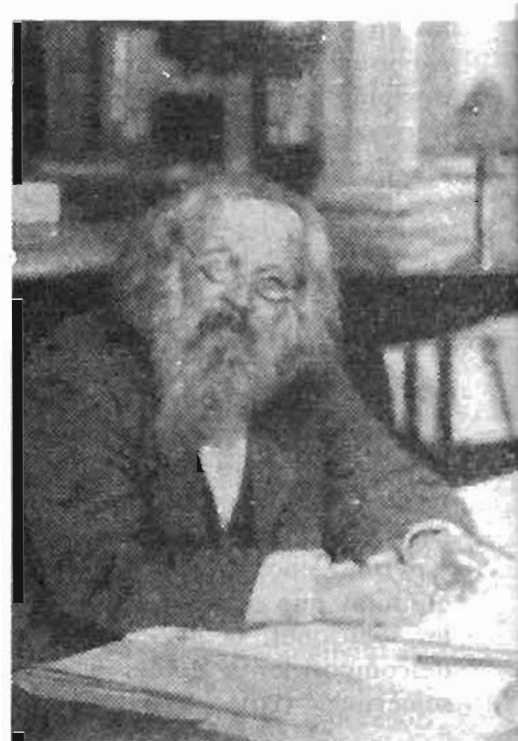
refinado del petróleo, más tarde, Mendeleiev inventó un método de destilación fraccionada, adecuada para la obtención de los vapores del petróleo de Bakú. Probó en las fábricas los nuevos métodos de destilación y los nuevos alambiques perfeccionados por él. Hizo, también, todo un plan de desarrollo de la industria petrolera, donde demostraba que la creación de una industria de refinado ramificada – cuyas empresas estuvieran situadas a lo largo de las vías fluviales y marítimas – sería muy conveniente.

XI. Mendeleiev

Los pensamientos de Mendeleiev no estuvieron limitados a la teoría y a la enseñanza en el salón de clases, él fue, por naturaleza un hombre práctico. Consciente de la necesidad de utilizar la ciencia para resolver los problemas del mundo, investigó los más diversos problemas.

Mendeleiev era una figura notable: robusto, de ojos profundos, espesa barba y largo cabello. A pesar de las condiciones de la época zarista, tuvo el valor de ser liberal y de criticar la opresión del gobierno. Apoyaba la emancipación de las mujeres, se oponía a los abusos de los nobles y defendía a los campesinos. En 1890, incluso renunció a su puesto en la Universidad de San Petersburgo, a causa del rechazo a su petición de mayor libertad para los estudiantes. Mendeleiev no fue molestado por el zar debido a su fama internacional y a su utilidad para el gobierno (11).

A partir de la época de su viaje a Bakú, Mendeleiev no dejó de interesarse en el desarrollo de la industria petrolera. Era adversario del sistema de arriendos de los terrenos petrolíferos y de los altos impuestos que se aplicaban a la industria petrolera y otras; luchaba por que se anularan dichas contribuciones y se esforzaba por demostrar al Ministerio de Finanzas que, una vez abolido el impuesto, la industria daría muchos más ingresos al Tesoro Público; y estos ingresos cu-



Mendeleiev en su cubículo de la Oficina Central de Pesas y Medidas en Rusia.

brirían con creces los que entonces se percibían en calidad de impuesto fiscal. En 1876 fue abolido un impuesto sobre el petróleo (11).

Mendeleiev tuvo numerosas ideas para hacer progresar la industria petrolera, sin embargo sus ideas progresistas no pudieron ser realizadas hasta la implantación de la economía socialista planificada.

En la vida privada de Mendeleiev habían sucedido grandes cambios; en 1862 se había casado con Feozva Nikitichna Lescheva, con la cual Mendeleiev no pudo congeniar. En 1876 conoce a Anna Ivanovna Popova, joven inteligente con grandes dotes artísticas. Cuatro años más tarde obtiene su divorcio y se casa con ella con la cual procrea dos hijos y dos hijas. A su lado Mendeleiev transformó su vida social y se interesa por el arte, mostrando gran interés por la pintura, pero su principal ocupación fue siempre su labor científica, de la cual nunca se apartó (2,11).

A la muerte de N.N. Zinin se le veía como sucesor. Eminentes

científicos propusieron a Mendeleiev para la vacante de académico, pero la fracción reaccionaria de la Academia de Ciencias no aceptó dicha propuesta.

En señal de protesta, la Universidad de Kiev y, tras ella, todas las demás universidades rusas le eligieron doctor *honoris causa*.

En aquella época, las universidades más antiguas del mundo, la de Cambridge, la de Oxford y otras le habían otorgado ya grados científicos. Academias de ciencia tan importantes como las de Londres, Roma, París, Berlín y Boston, y más de cincuenta sociedades científicas diversas de Rusia, de Europa Occidental y de América le habían elegido miembro honorario (11).

Un golpe muy duro para Mendeleiev fue el de 1890 cuando, a los treinta y tres años de trabajo, se vio obligado a abandonar la Universidad de Petersburgo, debido a la reacción de la nobleza ultrarreaccionaria ante la posición de Mendeleiev de defender el desarrollo de la ciencia y la participación de los estudiantes en la vida universitaria (11).

XII. Creación de aparatos de medición

Mendeleiev era un hombre de gran ingenio, por lo que diseñó y construyó gran cantidad de aparatos y modificó algunos ya existentes. Durante su estancia en Heidelberg en 1859 mandó construir aparatos según sus diseños, entre los cuales destacaron termómetros especiales y un picnómetro que en la actualidad lleva el nombre de picnómetro de Mendeleiev.

Los trabajos de Mendeleiev sobre los gases, están ligados a su pasión por la meteorología, área en la que inventó diversos aparatos para el estudio de las altas capas de la atmósfera. En su artículo: "En cuanto a la nivelación barométrica y el empleo para ella del altímetro", publicado en 1876, Mendeleiev describe un altímetro construido por él que consistía en un

barómetro diferencial, de extrema sensibilidad, para determinar rápidamente y con exactitud la altura sobre el nivel del mar. También hizo un proyecto de construcción de un aeróstato con góndola de cierre hermético, en la cual el piloto estaría dotado de aire comprimido y podría dirigir el globo y hacer observaciones sin riesgo.

En 1892 le fue ofrecido el puesto de administrador científico en el Depósito de Patrones de Pesas y Medidas, el cual Mendeleiev aceptó, siendo, en 1893, nombrado superintendente del mismo.

Los estudios de Mendeleiev en esta área adquirieron fama universal y, en unión con los trabajos de sus discípulos, hicieron que la metrología rusa pasara a ocupar el primer puesto en el mundo. Mendeleiev fundó, por primera vez en Rusia, diversos laboratorios especiales, entre ellos los de pesos, termométrico, fotométrico, hidrométrico, eléctrico y gasométrico. La elaboración de los principios teóricos de los métodos exactos de peso le permitieron determinar la masa de la libra con una exactitud sin precedente. En 1899 consigue la implantación, aunque no obligatoria, del sistema métrico en Rusia (11).

XIII. La figura de Mendeleiev en el período de crisis de las bases filosóficas de las ciencias naturales

Los nuevos descubrimientos en la física afectaron las bases de las ciencias naturales. Así, por ejemplo, fueron puestas a prueba la ley periódica y las concepciones de elemento: y se reconsideraron los conceptos de materia y movimiento. Unos científicos trataron de negar los hechos, otros estaban dispuestos a abandonar viejas concepciones y desarrollar nuevas; unos más, como Mendeleiev, quisieron conjugar nuevos hechos con viejas teorías y trataban de asimilar todo de una nueva manera.

Mendeleiev criticó fuertemente el "energetismo" encabezado por Ostwald mantuvo siempre su posición materialista a favor de la teoría atómica. Mendeleiev explicó la negación de la realidad de los átomos y moléculas, por parte de los energéticos, como desencadenada por un falso entendimiento de los descubrimientos en el campo de la radioactividad y la transformación de los elementos.

En la ley periódica de Mendeleiev, se fusionaron los conceptos desarrollados por la teoría atómico-molecular y los nuevos conceptos relacionados con la periodicidad de las propiedades. Su gran mérito, según se observa en sus propias reflexiones en diarios y cuadernos de notas, fue desarrollar al máximo el aparato metodológico con el que contaba la química en aquella época y el manejo de las categorías filosóficas como abstracto-concreto, general-particular, absoluto-relativo, forma-contenido, histórico-lógico, síntesis-análisis, hipótesis-teoría y de la conservación y el cambio.

Es importante hacer notar que Mendeleiev claramente vio las particularidades en el comportamiento de los tres tipos de objetos que estudia la química: el átomo, la molécula y el cristal (macromolécula) y para cada una de estas formas químicas de organización de la materia, consideró necesario observar la especificidad de la dependencia de las propiedades con la composición y la estructura. El buscó incansablemente esas dependencias o comparó las encontradas por otros (21).

XIV. Conclusiones

V. Ostwald solía clasificar a los científicos en clásicos y románticos. A los románticos los caracterizaba por un rápido proceso de actividad intelectual, mientras que a los clásicos por su lentitud. "En los románticos las reacciones son rápidas, el fenómeno de madu-

rez prematura es muy marcado. El romántico necesitaba un auditorio, una cercana comunicación con sus colaboradores, un ambiente que sea receptor de sus impulsos." Los románticos trabajan rápido y pasan de un trabajo a otro. Los clásicos como regla no suelen formar escuelas.

Ostwald consideró románticos a Davy, Liebig, Gerard, y clásicos a Meyer, Berzelius, Faraday, Helmholtz, Gibbs y externó que "mientras más destacado es el científico, más pronunciadas son las características de uno u otro tipo".

¿Puede catalogarse a Mendeleev en alguna de estas categorías? No estrictamente, pero por su intelecto se acercaría más a romántico que a un clásico. Esta respuesta está relacionada con las limitaciones de la clasificación de Ostwald, ya que el tipo de un descubrimiento y la productividad científica como promedio estadístico es un factor no definido y que varía con el desarrollo de la ciencia.

Tomando la clasificación de los científicos de G. Sellier en tres grupos: ejecutores, pensadores y trabajadores científicos, a Mendeleev se le podría colocar en la categoría de pensador del más alto rango: teórico, clasificador, analítico, sintético.

Analizando la ruta científica y la lista de sus publicaciones, se observan dos periodos de crisis en la obra de Mendeleev (Tabla 1). El primero está relacionado con los fracasos a fines de los años setentas en los trabajos de descubrimiento de elementos desconocidos y en el uso de los pesos atómicos como argumento en la búsqueda de diferentes funciones periódicas. En ese entonces Mendeleev reflexionó acerca de las cuestiones filosóficas de las ciencias naturales y de los sucesos de la vida y de la sociedad. De ese tiempo es su lucha contra el espiritismo, sus dificultades en el círculo gubernamental, en la academia de ciencias y en el VI Congreso de Científicos rusos.

A fines de los años ochentas comenzó un nuevo conflicto entre Mendeleev y el gobierno debido a sus proposiciones acerca del más racional empleo del petróleo, el carbón y de la instalación más adecuada de la industria en el territorio de Rusia.

El último periodo en la vida de Mendeleev está relacionado con el depósito de pesos y medidas. En sus últimos trece años de vida tuvo una activa participación en la vida social del país, la propaganda de logros científicos en la tecnología y en la industria, llegando a la economía y a la reforma del calendario.

Una dirección importantísima en el trabajo experimental de Mendeleev es su actividad en el campo de la metrología. Mendeleev tuvo la intención no solo de resolver problemas prácticos de la técnica de la industria rusa, sino problemas propiamente científicos. En este ámbito vivamente se plasman los talentos de Mendeleev como teórico, metodólogo, experimentador y economista.

Como experimentador tuvo logros en el desarrollo de las bases teóricas de las mediciones físicas y en el uso de instrumentos para la experimentación química y fisicoquímica. Así, por ejemplo, desarrolló dispositivos de mezclado, picnómetros y el catetómetro; y sus experimentos correspondieron al campo de la química orgánica e inorgánica y de la tecnología química.

¿En qué categoría de científico puede colocarse a D.I. Mendeleev? Por lo visto anteriormente, él fue uno de los pocos científicos enciclopedistas que ha tenido la humanidad, para los cuales las clasificaciones existentes no se ajustan. Si se considera además que Mendeleev trabajó en una época cuando, en Rusia, la ciencia comenzaba a ocupar un lugar para el estado y se preparaba una nueva revolución industrial, a nivel global, la vida científica de Mendeleev adquiere el carácter de personaje histórico para la humanidad.

Bibliografía

- 1) *Recopilación de 100 Grandes científicos*. Greene, J.F. Editorial Diana, México, 1981, 278-282 pp.
- 2) *La nueva Enciclopedia Británica*. 1985, 42, 889-900 pp.
- 3) The Mendeleev Archives and Museum of the Leningrad University, Krotkov, V.A. *Journal of Chemical Education*, 1960, 37, (12), 625-28 pp.
- 4) *Enciclopedia Ciencia Ilustrada*. Editorial Abril, 1974, 2, 329, 332 pp.
- 5) *Enciclopedia Ciencia Ilustrada*. Editorial Abril, 1974, 6, 873-74 pp.
- 6) *Materia*, Colección Científica de Time-Life, Lapp, R.F. y redactores de los libros de Time-Life, 1981, 2a. Edición, México, 35-38 pp.
- 7) *Cómo fueron descubiertos los elementos químicos*, Trifonov, D.N., Trifonov, V.D., 1984, Editorial Moscú.
- 8) "Mendeleev as a Speculator", Van Spronsen, J.W. *Journal of Chemical Education*, 1981, 58, (10), 790-91 pp.
- 9) "Mendeleev's visit to America", Leicester, H.M., *Journal of Chemical Education*, 1957, 34, (7), 331-33 pp.
- 10) *Curso de Química Física*, Guerasimov, V.A. Tomo I, Editorial Mir, Moscú, 1971.
- 11) *Vida y Obra de Dmitri Ivanovich Mendeleev*, serie Grandes Figuras de la Ciencia, Rusia, Pisarzhevski, O.N., Ediciones en Lenguas Extranjeras, Moscú, 1955.
- 12) "Mendeleev's Chemical Ether, Electrons, and the Atomic Theory", Solov'ev, R., *Journal of Chemical Education*, 1965 42, (7), 388-89 pp.
- 13) "D.I. Mendeleev's Conceptions Concerning the Structure of Complex Compounds", Solov'ev, Y.I., *Journal of Chemical Education*, 1978, 55, (8), 491-96 pp.
- 14) "D.I. Mendeleev and the English Chemists", Solov'ev, Y.I., *Journal of Chemical Education*, 1984, 61, (12), 1069-71 pp.
- 15) "Mendeleev's Other Prediction", Goldwhite, H., *Journal of Chemical Education*, 1979, 56 (1), p. 36.
- 16) "Mendeleev's Discovery of the Periodic Law", Trimble, R.F., *Journal of Chemical Education*, 1981, 58, (1), p. 28.
- 17) "The Priority Conflict between Mendeleev and Meyer", Van Spronsen, J.W., *Journal of Chemical Education*, 1969, 46, (3), 136-39 pp.
- 18) *Dmitri Ivanovich Mendeleev. Sobre la radioactividad y la complejidad de los elementos*, Makarenko, A.A., Moscú Atomizdat, 1975 (en ruso.)
- 19) *Dmitri Ivanovich Mendeleev y las ciencias fisicoquímicas*, Makarenko, A.A., Moscú, Energoizdat, 1982, p. 256.
- 20) *Dmitri Ivanovich Mendeleev y las ciencias fisicoquímicas*, Makarenko, A.A., Moscú, Energoizdat, 1982, p. 111.
- 21) *Breve historia de la química*, Asimov, I., 1989, Editorial Alianza.

Mijail Semionovich Tsvet y la Cromatografía

Доктор Тсвѣтъ
М. С. Тсвѣтъ

**María de la E. Astorga Cantú,
Enrique González Vergara,
María de la Paz Elizalde González***

El progreso de la ciencia frecuentemente depende del desarrollo de nuevos métodos.

C. Bernard.

MIJAIL SEMIONOVICH TSVET nació el 14 de mayo de 1872, en una pequeña población al norte de Italia. Su padre fue el ruso Semion Nikolayevich Tsvet, y su madre la italiana María Dorozza.

M. Tsvet creció en el seno de una familia ortodoxa, la cual se trasladó a Suiza, en donde Mijail realizó sus estudios. Ingresó en la Facultad de Ciencias Naturales en la Universidad de Ginebra en donde mostró un claro interés por la botánica, la química y la física.

En 1894 recibió el premio DEBY por su trabajo "Anatomía de las plantas". Al siguiente año concluyó sus estudios universitarios e ingresó al doctorado. En el mes de junio viajó a Rusia y radicó un tiempo en Simferopol. En este mismo año presentó su disertación doctoral—misma que preparó y publicó en la Universidad de Ginebra—recibiendo su diploma de doctor en Ciencias Naturales por su publicación "Investigación de la Fisiología Celular. Materiales para el Conocimiento del Movimiento del Protoplasma, las Membranas Plasmáticas y los Cloroplastos".

Los primeros años en Rusia no fueron fáciles, pues su grado de

* Maestría en Química, Departamento de Química, Instituto de Ciencias, Universidad Autónoma de Puebla.



Fig: MIJAIL SEMIONOVICH TSVET (1872-1919).

doctor no fue reconocido y se vio obligado a trabajar nuevamente para doctorarse. Primero defendió, en la Universidad de Kasan, su tesis "Estructura Fisicoquímica del Gránulo de Clorofila", con este trabajo obtuvo el grado de maestro en ciencias en botánica. Posteriormente con el trabajo "Cromófilos en el Mundo Animal y Vegetal", obtuvo en la Universidad de Varsovia el grado de doctor en botánica.

Finalmente se estableció en Varsovia en donde primero fue asistente, luego maestro asociado y finalmente profesor de la Universidad, en la Escuela de Medicina.

Prácticamente todo el trabajo de su vida, estuvo centrado en investigaciones relacionadas con la clorofila (fig. 1).

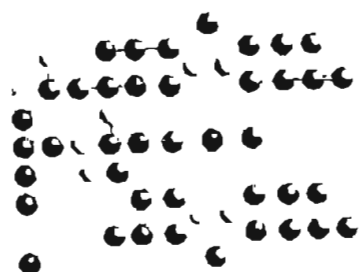


Fig. 1: Representación esquemática de la molécula de clorofila.

Hacia fines del siglo XIX muchos científicos mostraron gran interés en el estudio del pigmentos vegetales, pero M. Tsvet, prestó particular atención al problema de la clorofila -pigmento verde de las plantas-, pues siempre estuvo seguro de que no era una sustancia simple. Persistió en encontrar un método físico y químico para la separación de mezclas complejas, realizó múltiples experimentos y trabajó arduamente hasta que encontró el método deseado.

En el XI Congreso de Científicos Naturalistas y Médicos rusos en

1901, M. Tsvet presentó la ponencia "Métodos y Tareas de la Investigación Fisiológica de la Clorofila", donde muestra su método de adsorción y muestra el fenómeno fundamental. Es así como el fenómeno de la cromatografía quedó demostrado en 1901, aunque desafortunadamente publicaron incompleto su trabajo en 1902.

Exigente consigo mismo, M. Tsvet trató de perfeccionar su método acumulando más experimentos. Con los resultados de éstos presentó en 1903 la ponencia "Sobre una Nueva Categoría de Fenómenos de Adsorción y su Aplicación en el Análisis Bioquímico", en la sección de botánica de la Sociedad de Científicos Naturalistas en Varsovia, esta ponencia origina a la vez dos artículos que se publicaron en 1906 en la revista periódica alemana *Berichte*: "Investigación Fisicoquímica de la Clorofila, Adsorción" y "Análisis de Adsorción y Métodos Cromatográficos. Aplicación a la Química de la Clorofila".

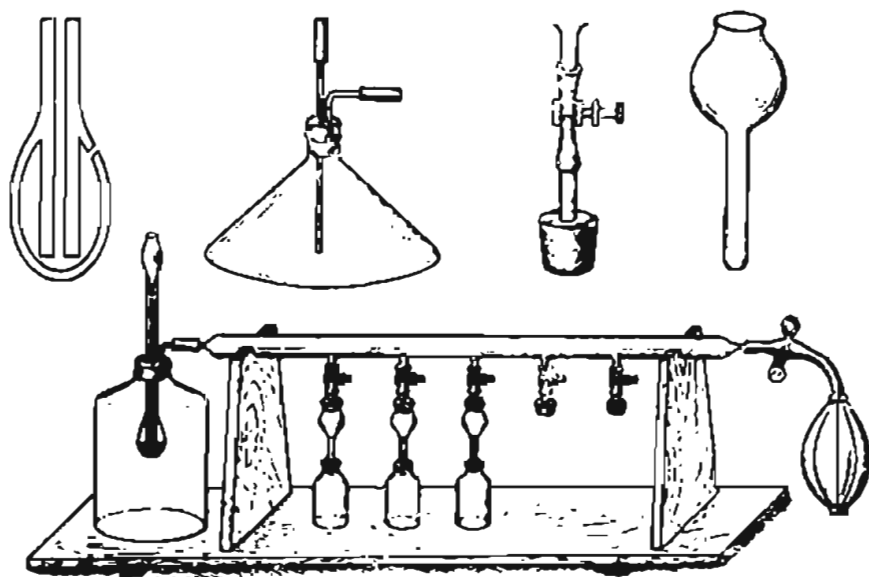
M. Tsvet escribió:

Cuando una solución de pigmentos verdes en éter de petróleo se percola por una columna de adsorbente, los pigmentos se dis-

tribuyen en varias zonas coloreadas desde la parte superior hasta la inferior, ya que los más fuertemente adsorbidos desplazan a los que están más débilmente adsorbidos y los obligan a descender aún más. Yo utilizo como adsorbente carbonato de calcio fuertemente apretado en el interior de un tubo de vidrio (Fig. 2)

Esta separación se considera prácticamente concluida cuando después de que la solución ha percolado totalmente, se percola el disolvente puro a lo largo de la columna. De manera similar a como se separa la luz blanca al refractarla en un prisma, así los diferentes componentes de una mezcla de pigmentos, se separan siguiendo un orden específico en la columna de carbonato de calcio y se les puede determinar tanto cualitativa como cuantitativamente. A este preparado coloreado lo he llamado "Cromatograma" y al respectivo método de análisis "Método Cromatográfico" (Fig. 3).

Podría parecer extraño que M. Tsvet restringiera primero sus métodos a sustancias coloreadas pero posteriormente aclaró que era evidente que los fenómenos de ad-



Первая хроматографическая установка, созданная М. С. Цветом, и ее основные части

Fig. 2: Primer cromatógrafo creado por M. S. Tsvet, y las partes que lo forman.

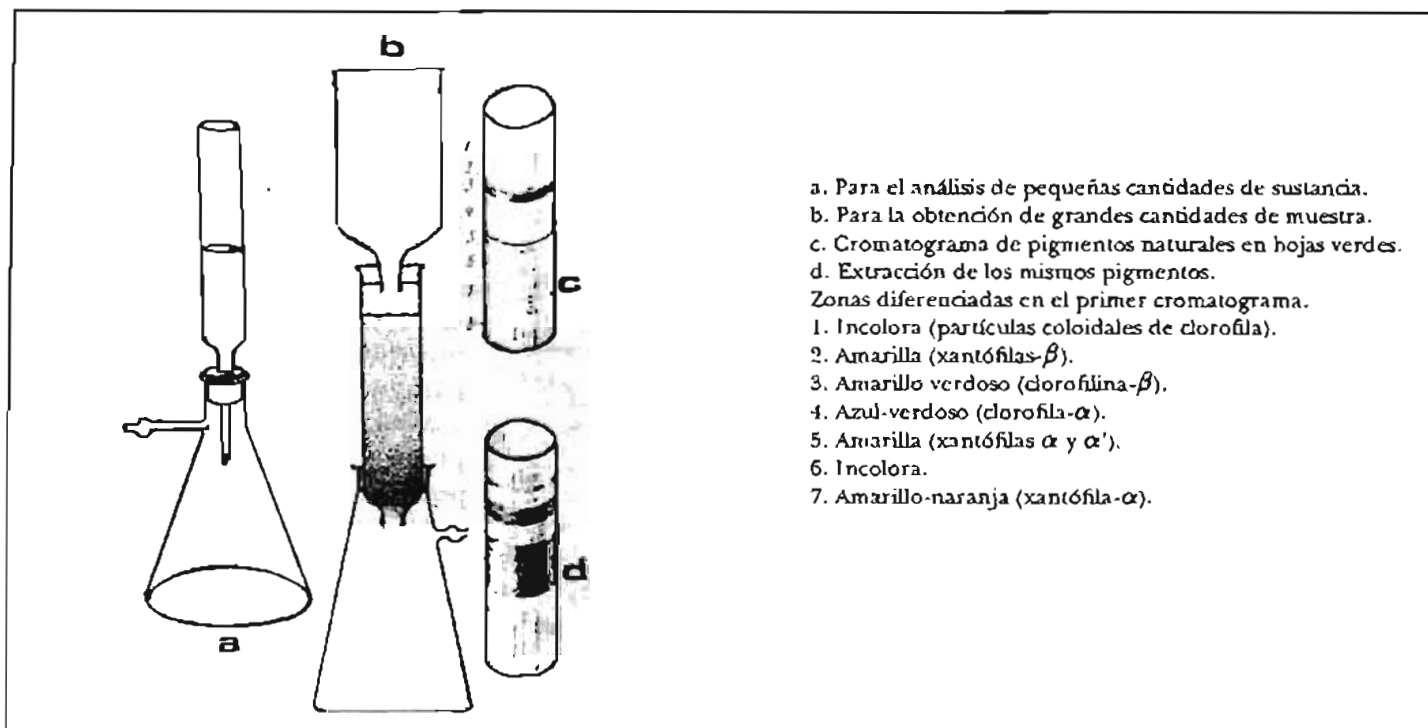


Fig. 3: Primer cromatograma de clorofila obtenido por M. S. Tsvet.

sorción descritos anteriormente no se limitaran a compuestos clorofilícos y cabía suponer que todos los tipos de compuestos cromáticos e incoloros se hallaban sujetos a las mismas leyes.

Los experimentos de M. Tsvet, con los cuales pudieron separarse sustancias y mezclas complejas con ayuda de un tubo relleno de adsorbente, no sólo iniciaron el ataque al misterio de la clorofila, sino que fundamentaron un nuevo método de separación.

Una de las principales ventajas del método fue su relativa simpleza; pero desafortunadamente esta cualidad no fue apreciada por sus contemporáneos. De 1906 a 1931, la columna de Tsvet se utilizó sólo en pocas y esporádicas investigaciones (Fig. 4 y 5).

De hecho con anterioridad varios investigadores tuvieron contacto con el fenómeno, se tienen antecedentes de que Plinio (23-79 D.C.), para identificar sulfato ferroso sobre papiro utilizaba taninos como agentes cromóforos a manera de cromatografía en papel. En el siglo pasado entre 1850 y 1910 Runge, Schönbein y Goppelsroeder lograron con sus trabajos una técnica parecida a la cromatografía en papel a la cual llamaron "Análisis capilar". El que más cerca estuvo de descubrir el método fue quizás David Talbot Day, él demostró en 1897 que cuando se pasan a través de greda (arcilla arenosa) fracciones de petróleo crudo, éstas se separan en diferentes zonas ubicadas en un sitio determinado. Sus resultados los reportó en el Primer Congreso Internacional del Petróleo. Sin embargo, a pesar de que D. T. Day reconoció el potencial analítico del

proceso investigado, él y sus colaboradores interpretaron incorrectamente la base fisicoquímica de la separación llamándole "Proceso de Difusión Capilar". Esta es la razón principal por la que en la actualidad, M. Tsvet y no D. T. Day es reconocido como el inventor de la cromatografía.

El mérito de M. Tsvet es la generalización de la técnica como método analítico y la investigación detallada del papel que juegan tanto los adsorbentes como los solventes en el método. En su trabajo probó sistemáticamente un gran número de solventes capaces de extraer los pigmentos de la materia vegetal y más de 100 sustancias sólidas capaces de retardar la selección de pigmentos individuales a través de la adsorción; también dedujo un número importante de reglas para el fenómeno de adsorción.

Como puntualizó L. Zechmeister: "El resultado de M. Tsvet es superior al de D. T. Day en dos aspectos: Primero, él reconoció e interpretó correctamente el proceso cromatográfico; y, segundo, él planeó un método útil en el laboratorio que incluye como principal

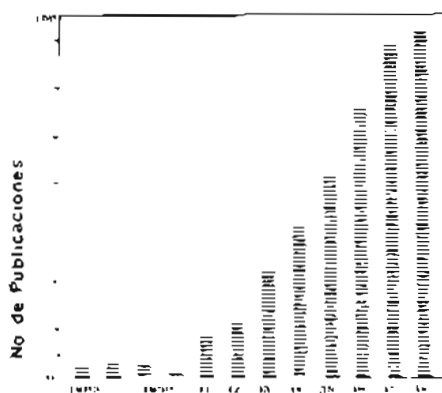


Fig. 4:
Crecimiento del número de publicaciones de trabajos que aplicaron el modelo de M. S. Tsvet en el período 1903-1938.

característica el desarrollo de cromatogramas por solventes puros."

En realidad su productividad científica fue de aproximadamente 15 años, durante los cuales publicó cerca de 40 artículos y un li-

bro. De ellos sólo 3 o 4 pertenecen estrictamente a el área de la botánica y el resto son de gran interés químico enfocados de una u otra forma a los pigmentos de mezclas complejas extraídas de plan-

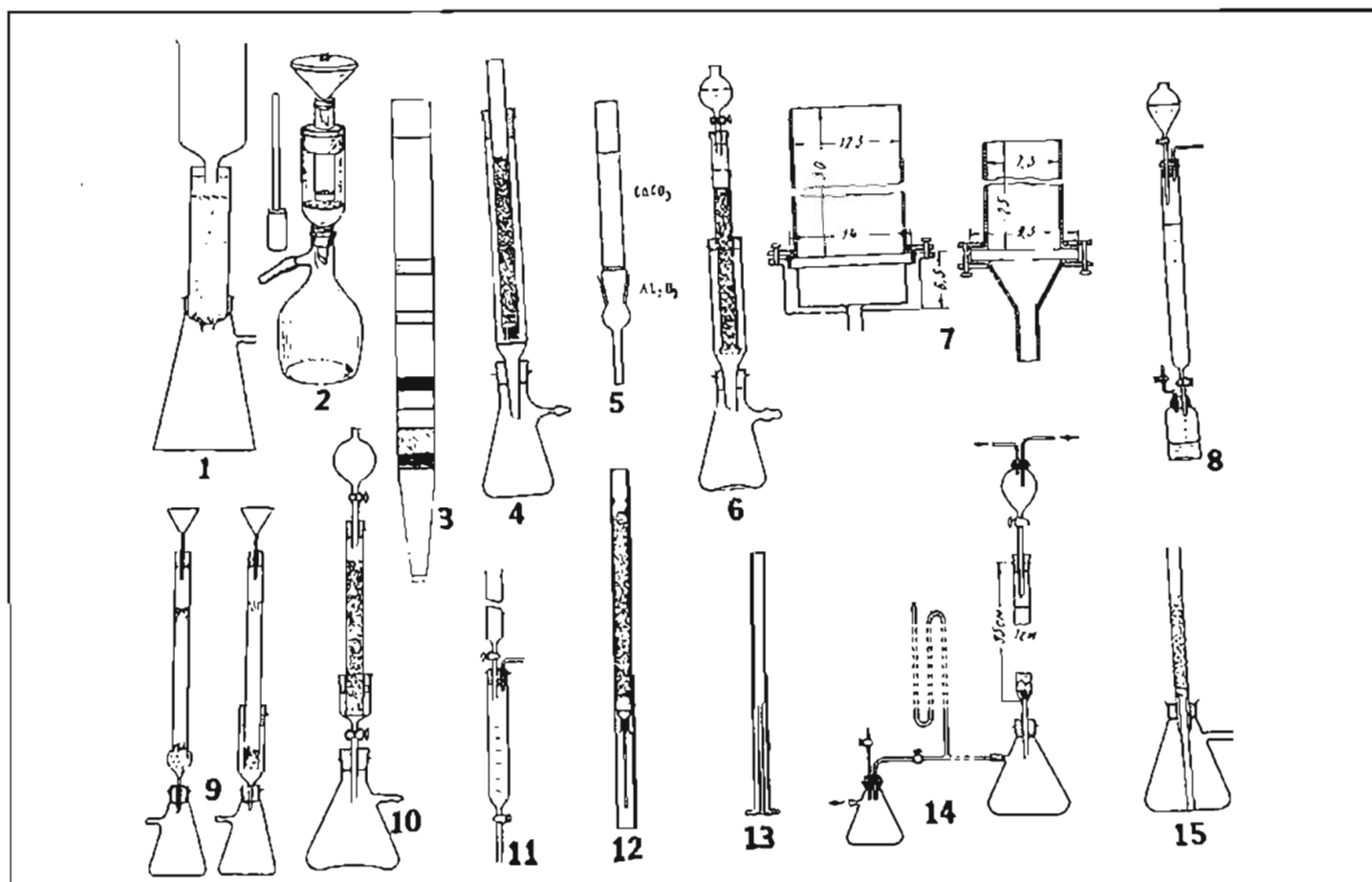
tas. En los trabajos de M. Tsvet, se puede observar la gran disciplina y el dominio de técnicas de investigación, una gran madurez y claridad en sus explicaciones y la capacidad de hacer contribuciones importantes a la ciencia.

El 16 de septiembre de 1908 contrajo nupcias con Helena Alexandrova Trusevich, la cual le sobrevivió hasta el año 1922 y gran parte de la información de la vida y la obra de M. Tsvet se debe a ella, pues guardó celosamente la correspondencia de su esposo.

Cuando la armada alemana ocupó Varsovia en 1915, M. Tsvet se trasladó con el Instituto Tecnológico a Nisshnii Novgord, hoy Gorki. Todo su archivo y libros se quedaron en Varsovia donde finalmente se perdieron. Enfermó seriamente y estuvo recuperándose en el Caúcaso por algún tiempo. Más tarde aceptó la dirección del Jardín Botánico de la Universidad de Yurev, hoy Tartu; pero a finales de 1918 la Universidad fue eva-

Fig. 5: Transformaciones de la columna cromatográfica de Tsvet en diferentes investigaciones

No.	Año	Autores
1	1901	M. S. Tsvet.
2	1912	S. Deré y V. Rogovskii.
3	1914	L. Palmer y K. Ekles.
4	1916	G. Vezhetsi.
5	1932	R. Kuhn y Brockman.
6	1933	A. Winterstein y G. Stein.
7	1934	A. Winterstein y K. Shoen.
8	1935	G. Holmes, G. Cassidy, P. Manli y E. Gartser.
9	1935	G. Muller y V. Hemmerle.
10	1936	G. Hesse.
11	1936	G. Valentein y R. Frank.
12	1936	G. Hesse.
13	1936	E. Becker y K. Shoepf.
14	1937	I. Heilbronn.
15	1938	G. Wilstaedt y T. Witt.



cuada a Voronezh, ante el avance de las tropas alemanas. Aquí llegó a ser uno de los primeros profesores, a pesar del deterioro de su salud. Impartía sus clases sentado en un escritorio, pero mostrando siempre su gran intelecto y utilizando frases estrictamente consistentes. En ese tiempo su enfermedad avanzó hasta que finalmente el 26 de junio de 1919 murió en Voronezh, probablemente de una enfermedad cardíaca. Fue enterrado en el cementerio vecino del monasterio de Alexey, pero sus restos se perdieron durante la destrucción del monasterio en la Segunda Guerra Mundial. En julio de 1969 se colocó una placa en su memoria en la casa número 20 de la calle Batursinskaya, dice: "Aquí vivió el prominente científico ruso Mijail Semionovich Tsvet, 1872-1919".

El descubrimiento de M. Tsvet ha sido de tal trascendencia, que podríamos equivocadamente pensar que recibió varios premios y que le fue reconocido en vida su aportación, sin embargo no fue así.

Todos sabemos que gracias a su descubrimiento han sido posibles grandes trabajos que han sido galardonados con el premio Nobel. Es así como un grupo de científicos reconocedores del trabajo de todos aquellos que de alguna forma hacen aportaciones importantes a la cromatografía, instituyeron en el año de 1976, la medalla Tsvet (Fig. 6).

La cromatografía, como hoy la conocemos, es el resultado del trabajo de muchos científicos; y frente a otros métodos de separación ocupa el primer plano, ya que cuenta con versiones muy sencillas y accesibles, que utilizan cantidades de muestra relativamente pequeñas como en el caso de: la cromatografía en papel, en capa fina, de afinidad, de exclusión, de intercambio iónico, y otras versiones en donde el tiempo de análisis puede ser extremadamente corto como en la cromatografía de gases y la cromatografía de líquidos de alta resolución.



Fig 6: La medalla T.

La cromatografía se ha constituido firmemente como un método primordial tanto analítico como preparativo. Así, igual se utiliza en la química forense para la detección de venenos, que en la detección de contaminantes ambientales.

En bioquímica, genética y bioinorgánica la cromatografía se ha convertido en un método poderosísimo en la purificación y caracterización de proteínas, nucleótidos, enzimas, etc. Así mismo en medicina y farmacología, resulta un método analítico de suma utilidad en el diagnóstico clínico de diversas enfermedades y por lo tanto puede ayudar en su tratamiento y prevención.

La cromatografía constituye también una herramienta fundamental en el terreno fisicoquímico, tanto en cinética como en catálisis. En estudios de adsorción, en la determinación de constantes de partición, en investigación de fuerzas de interacción como enlaces por puente de hidrógeno, en la deter-

minación de sólidos, estructura química (cromatoscopia), formación de complejos, determinación de parámetros fisicoquímicos de gases y líquidos (presión de vapor, calor de evaporación, coeficiente de difusión, el peso molecular, etc.). De aquí es fácil darnos cuenta de la gran importancia que ha cobrado el método cromatográfico, en las diferentes áreas de la química.

La cromatografía constituye un ejemplo vivo de la verdad de la declaración de C. Bernard. Sólo la mente fértil de Tsvet pudo prever el gran avance que dieron y darán en el futuro las aplicaciones cromatográficas al conocimiento científico.

Bibliografía

1. Historia de la Cromatografía. (Tesis) ASTORGA C. M. y ELIZALDE G. M. P. Maestría en Química del I.C.U.A.P., 1989.
2. MIJAIL SEMIONOVICH TSVET. SU VIDA Y SU OBRA. (Audiovisual). ASTORGA, C. M. y ELIZALDE G. M. P. Maestría en Química del I.C.U.A.P., 1990.

Una entrevista con Alfred Werner. El fundador de la química de coordinación

José Antonio Guevara García*
y Enrique González Vergara*

La mañana despierta bajo el gris y frío cielo de Zurich y los estudiantes se apresuran a su destino. Hoy es un día como otro de 1914 y estamos en el *campus* de la Universidad de Zurich frente al nuevo edificio del Instituto de Química. Una regia estructura que refleja en sus líneas la fuerza, sencillez y armonía del carácter de su inspirador, el Dr. Alfred Werner, a quien nos disponemos a ver.

Alfred Werner, el indiscutible fundador y sistematizador de la química de coordinación, dedicó su carrera científica entera en amasar la evidencia experimental necesaria para probar la validez de su teoría de coordinación, la cual dio luz en 1893 cuando contaba, con sólo 26 años. De genio impulsivo e intuitivo, desechó desde sus primeros trabajos la doctrina de valencia constante que imperaba en su tiempo e impulsó nuevas ideas tanto en el campo de la química orgánica como en la química inorgánica. En este último, sus trabajos sobre metal-aminas, hidratos y sales dobles¹ establecieron los principios de la química inorgánica estructural moderna. Fue, además, el primero en demostrar que la estereoquímica es un fenómeno general que no se restringe a los compuestos orgánicos. En 1913 recibió el Premio Nobel en química por "...su trabajo sobre el enlaza-

miento de los átomos en las moléculas, por medio del cual ha lanzado nueva luz sobre viejos problemas y abierto nuevos campos de investigación, particularmente en química inorgánica...". El profesor Werner formó durante su prolífica carrera a 204 doctores en química y su teoría de coordinación se enseña tal cual en los cursos normales de Química Inorgánica regulares. Sus conceptos y opiniones revisten tanta importancia en el pasado como en nuestro tiempo por lo que los autores realizamos un largo viaje para poder recabarlos.

Apenas entramos en la oficina y nos sorprende el orden y la pulcritud que hay en ella, salpicada de detalles de trabajo. Nuestra apreciación se detiene de súbito en los ojos verde-grisáceos del Profesor Werner, quien al ponerse de pie revela la figura de un hombre de estatura mediana, pelo canoso, mostacho abundante, bastante gordo, y en su cara y en sus manos se reflejan los estragos de la arterioesclerosis. Sin embargo, su carácter es bonachón y en sus labios hay una sonrisa complaciente.

— Pasen Uds. caballeros y por favor tomen asiento, disculpen que sólo tenga un poco de tiempo para atenderlos antes de la siguiente clase.

— Profesor Werner, ¿dónde nació Ud.?

— Nací el 12 de diciembre de 1866 en un pueblito de Francia

llamado Mulhouse, en la región de Alsacia. Durante mi infancia Alsacia fue anexada a Alemania. En mi familia había clérigos y granjeros, pero yo me decidí por la carrera de la química.

— Profesor Werner, ¿Cuándo nació su vocación por la química?

— Sucedió cuando era un niño, desde el principio me llamó la atención la síntesis orgánica y comencé a experimentar en casa, hasta que una de mis explosiones arruinó una de las recámaras [sonríe] y entonces improvisé un laboratorio en el granero con el dinero que ganaba en pequeños trabajos. Durante mi adolescencia acumulé una gran cantidad de notas sobre química. Mi primer artículo versaba sobre la estructura del ácido úrico y lo escribí a los diez y ocho años.

— Profesor Werner, ¿podría relatarnos su trayectoria?

— Después de mi primer artículo comencé mi año de servicio militar, y, mientras estuve estacionado en Karlsruhe, Alemania, asistí a cátedras de química orgánica en el *Technische Hochschule* [Escuela Superior Técnica]. En 1886, comencé mis estudios formales en el *Eidgenössisches Polytechnikum*, [Instituto Politécnico Federal] en Zurich, Suiza. Obtuve el grado de químico técnico en 1889 y el doctorado en 1890 con la disertación "Ueber räumliche Anordnung der Atome in stichstoffhaltigen Molekülen" [Sobre el arreglo espacial de átomos en moléculas que contienen

* Maestría en Química, Departamento de Química-ICUAP.

Mitteilungen.

438. A. Werner: Zur Kenntnis des asymmetrischen Kobaltatoms XII. Über optische Aktivität bei kohlenstofffreien Verbindungen.

(Eingegangen am 13. November 1914.)

Durch die früheren Untersuchungen über optisch-aktive, anorganische Verbindungen ist festgestellt worden, daß Verbindungen $[MeA_3]X$, in denen A ein koordinativ zweiwertiges Radikal ist (Äthyldiamin, Dipyridyl usw.) in Spiegelbildformen auftreten. Die komplexen Radikale dieser Verbindungen können durch folgende Konfigurationsformeln wiedergegeben werden:

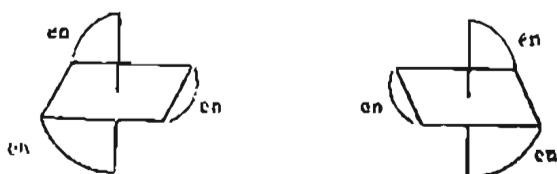


Foto del histórico artículo de A. Werner publicado en la revista alemana *Berichte*, número de noviembre de 1914.

nitrógeno]. Realizé entonces el *Habilitationsschrift* [un artículo de investigación original que es necesario para iniciar una carrera académica] titulado "Beiträge zur Theorie der Affinität und Valenz" [Contribuciones a la Teoría de Afinidad y Valencia], lo que me permitió, en 1892, convertirme en *Privat-Dozent* [grado intermedio entre doctor y profesor]. Al año siguiente, gracias a la publicación de la teoría de coordinación, fui llamado por la Universidad de Zurich para ocupar el puesto de *Professor* [Profesor]. Entonces adquirí la nacionalidad suiza al casarme con una dama de Zurich y me establecí aquí.

– Su formación fue eminentemente en química orgánica, ¿por qué se interesó Ud. en la química inorgánica?

– Lo que en realidad me ha interesado siempre es el problema de la afinidad y la valencia. Primeramente, en mi disertación doctoral, extendí al átomo de nitrógeno las consideraciones que sobre el isomerismo espacial, Van't Hoff había realizado con el átomo de carbono, sugiriendo también que podrían extenderse a otros átomos polivalentes. Luego, en el *Habilitationss-*

chrift, descarté definitivamente el concepto de Kekulé que consideraba a la valencia como una fuerza direccional estática expresada en un número de unidades fijas, estableciendo que la valencia es una fuerza que actúa igualmente desde el centro del átomo hacia toda su superficie esférica y cuyas unidades pueden variar en número y en intensidad. Aunque este trabajo abarcó únicamente compuestos orgánicos, estableció las bases



Alfred Werner, alrededor de 1893.

para la teoría de coordinación que vendría después.

Aún después de mi trabajo sobre la teoría de coordinación y de los primeros artículos sobre sales metal-amoniaco² estuve intentando regresar al trabajo en química orgánica, pero finalmente me decidí. La química inorgánica se presentó ante mí con tantos problemas cuya solución me era tan atractiva que definitivamente tomé la senda en la dirección inorgánica. Sin embargo, mi punto de vista es que no existe una diferencia fundamental entre compuestos orgánicos e inorgánicos.

– ¿Por qué se interesó en el estudio de las sales metal-amoniaco?

– Las primeras observaciones de sales metal-amoniaco sucedieron a finales del siglo XVIII, y no es sorprendente que la imagen sobre la constitución de estos compuestos, que siguen el desarrollo de la teoría química, haya sufrido muchos cambios con el tiempo. Hasta antes de mi trabajo, los químicos se encontraban forzados a suponer cadenas nitrógeno-hidrógeno copiadas de las cadenas de hidrocarburos, o a concebir estos compuestos como "moleculares", sustituyendo un concepto confuso por una palabra bonita. Era inadmisibles entonces clasificar estas sales de acuerdo a su estabilidad, en las que las estables recibían fórmulas constitucionales atomistas y las inestables las llamadas fórmulas moleculares; debíamos buscar otro principio de clasificación buscado en ciertas características de estas sustancias, lo cual se encontró en forma sencilla con el concepto de número de coordinación. Entonces, la idea de que un átomo metálico pudiera agrupar a su alrededor y directamente unidos a él, seis moléculas de agua, o seis moléculas de amoniaco, o seis residuos monovalentes facilitó la conexión entre compuestos aparentemente muy diferentes [metalaminas, sales dobles e hidratos] y explicó sus series de transición [transición no se refiere a metales sino a sustitución secuencial

de una molécula por otra] en forma sencilla.

– ¿Quisiera explicarnos en forma breve en qué consiste la teoría de coordinación?

– Los principios fundamentales pueden sumarse como sigue:

1. Los metales poseen dos tipos de valencia: Primaria o iónica y auxiliar [secundaria] o no-iónica [enlace covalente coordinado].

2. Cada metal tiene un número fijo de valencias auxiliares [secundarias], ya sea cuatro o seis [hoy en día se conocen muchos más números de coordinación].

3. Las valencias primarias se satisfacen por los iones, mientras que las valencias auxiliares [secundarias] pueden llenarse con aniones o con moléculas neutras. En cada caso el número de coordinación del metal debe completarse.

4. Las valencias auxiliares [secundarias] se dirigen espacialmente alrededor del ion metálico central. Un número de coordinación de cuatro requiere de una configuración tetraédrica o cuadrado plano, mientras que un número de coordinación de seis se dirige hacia los vértices de un octaedro regular. Este postulado fue el más difícil de probar. No fue hasta este año [1914] que finalmente se consiguió la resolución de un compuesto puramente inorgánico [este fue el bromuro de tris(tetraamin- μ -hidroxocobalto(III)) de cobalto (III)]

– Profesor Wener, ¿podría explicarnos brevemente en qué consiste el número de coordinación?

– Por número de coordinación de un átomo entendemos el número que indica cuantos otros átomos pueden enlazarse con el primero directamente. La unión de los átomos en la molécula en cuestión parece en muchos aspectos ser independiente de los números de valencia; esto se muestra claramente por el hecho de que los átomos que parecen estar completamente saturados de acuerdo con su número de valencia pueden todavía entrar en la constitución de compuestos adi-



Edificio que ocupa el Instituto de Química de la Universidad de Zurich.

cionales. Esto puede ilustrarse mejor con un ejemplo:

Un átomo de hierro se combina con otros tres átomos de cloro para formar el compuesto FeCl_3 , y con esta reacción la habilidad enlazadora esperada de acuerdo al número de valencia del hierro se agota. Sin embargo, el cloruro férrico se combina con el cloruro de potasio para formar el compuesto $\text{FeCl}_3 \cdot 3\text{KCl}$, con cloruro de amonio para formar $\text{FeCl}_3 \cdot 3\text{NH}_4\text{Cl}$, y así otros. Asumamos que en estos compuestos la unión de las moléculas individuales es causada por el hecho de que el átomo de hierro, aún después de la saturación de sus tres valencias, todavía posee la capacidad de enlazarse con tres radicales negativos adicionales. Se supone entonces que en los compuestos anteriores los seis átomos de cloro están enlazados al átomo de hierro encontrándose presente el anión $[\text{FeCl}_6]^{3-}$. La existencia de este anión se explica por la propiedad que tiene el hierro de poder unirse a seis átomos; esto es, que en este compuesto el hierro posee un número de coordinación de seis.

Apenas acaba la última frase y el Profesor Werner consulta su reloj de cadena, levanta la vista y se despidió amigablemente de nosotros. Hubiéramos deseado platicar un poco más con él, pero decididamente es un personaje muy ocupado, así que nos conformamos esperando tener otra oportunidad de realizar un viaje semejante.

La teoría de coordinación y su demostración experimental hicieron al Dr. Werner merecedor del premio Nobel de química en 1913. A casi un siglo de la elaboración de esta teoría, sus aplicaciones son tan extensas que sin duda han contribuido al establecimiento de teorías actuales para explicar la naturaleza de todas las sustancias y contribuirán en el futuro a la síntesis de materiales con propiedades todavía insospechadas.

Notas

¹ Ejemplos de sales metal - amoniaco, sales dobles e hidratos son, respectivamente, $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{NH}_3$, $4\text{KCN} \cdot \text{Fe}(\text{CN})_2$ y $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, que después de Werner fueron formulados como $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ y $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$ respectivamente.

² Por sales metal-amoniaco se comprende a los compuestos que son formados a partir de amoniaco y una sal de metal de transición en la misma forma en que el cloruro de amonio es formado por la reacción entre el cloruro de hidrógeno y el amoniaco.

Lecturas recomendadas

1. Classics in Coordination Chemistry. The Selected Papers of Alfred Werner. George B. Kauffman. Dover Publications Inc. 1968.

2. Werner Centennial. Robert F. Gould, editor. American Chemical Society Publications. 1967.

El presente trabajo es una adaptación de la tesis histórica "Alfred Werner: su Vida y Epoca", que como parte de los requisitos para obtener el grado de Maestría en Ciencias (Química) presentó el estudiante José Antonio Guevara García, bajo la asesoría del Dr. Enrique González Vergara.

Saber

y

Hacer



La determinación de la edad del Universo involucra el análisis físico-matemático de su realidad. El modelo depende básicamente de la densidad actual de materia y de la densidad crítica.

¿Cómo se ha llevado a cabo la explotación de productos forestales en México y cuáles son sus perspectivas? Durante siglos el país fue un proveedor importante a nivel mundial de recursos forestales maderables y no maderables. Hoy vivimos su devastación. Así que es necesario revisar cuantitativa y cualitativamente las actuales condiciones para hallar alternativas.



La edad del Universo

Manuel G. Corona Galindo*,
Héctor Vázquez Briones**

¿Cuánto tiempo más podremos vivir tranquilamente en este mundo?, ¿cómo va a evolucionar el Universo?, ¿cuál fué su origen?; estas son algunas de las interrogantes que han inquietado al hombre desde épocas inmemoriales. Aunque para resolver estos problemas se han inventado a lo largo del tiempo respuestas míticas, religiosas o pseudocientíficas, se pretende aquí echar un vistazo a una de las teorías más aceptadas en el medio científico que pretende responder las preguntas formuladas arriba. Desde luego que no de manera absoluta ni dogmática, porque dejaría entonces de ser científica. La intención es sencillamente mostrar que existen soluciones científicas para problemas que aparentan ser solamente filosóficos o religiosos.

Conceptos cosmológicos básicos

El principio de la cosmología moderna, que tiene como objetivo la descripción físico-matemática del cosmos, se puede datar casi exactamente. En 1917, un año después de completar su teoría general de la relatividad, Einstein trató de hallar una solución a sus ecuaciones que describiera la geometría espacio-temporal de todo el Universo. Siguiendo las ideas cosmológicas, que eran corrientes por entonces, Einstein buscó una solución que fuese homogénea, isotrópica y estática. Para encontrar un modelo que se adecuase a estas presuposiciones

cosmológicas se vio obligado a modificar sus ecuaciones introduciendo un término, la llamada *constante cosmológica*, que empañó en gran medida la elegancia de la teoría original, pero que sirvió para contrarrestar la idea de una fuerza atractiva de la gravitación a grandes distancias y a la concepción de un universo estático.

El marco teórico de la relatividad general consiste básicamente en atribuirle propiedades geométricas a la materia: El espacio-tiempo es curvo en las proximidades de la materia gravitacional. Este concepto de geometrización cambió por completo la visión del mundo físico que se tenía hasta principios de siglo, pues según la teoría de Newton (la dominante hasta entonces) los cuerpos gravitacionales se atraen entre sí debido a una fuerza que es directamente proporcional al producto de las masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. En cambio, en la teoría general de la relatividad hay que describir el

campo gravitatorio en función de la geometría del espacio-tiempo. Esta teoría afirma que la materia comba el espacio y que un cuerpo sigue una cierta trayectoria en su derredor debido a que el espacio se ha curvado, más no porque esté presente una fuerza de atracción a distancia.

Para visualizar esta afirmación recurramos a la figura 1 que representa una sábana soportando una canica grande C_1 . Es obvio que la sábana se ha combado por la presencia de C_1 así como que la tendencia de la canica pequeña C_2 es caer hacia C_1 pero porque la superficie de la sábana ha sido curvada por la presencia de la C_1 , no porque exista atracción entre las canicas. Esta es precisamente la afirmación contenida en la teoría de la gravitación de Einstein. Si C_2 no experimenta la acción de ninguna otra fuerza (otra comba), caerá inmediatamente hasta donde se encuentra C_1 ; pero si otra fuerza, como la *centrífuga*, está actuando, C_2 girará, tal como realmente lo

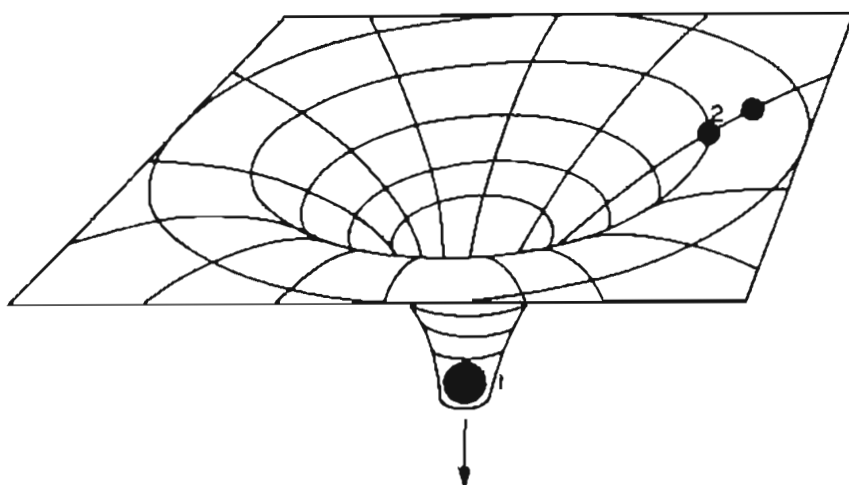


Figura 1. Sábana combada por una canica. Analogía de la curvatura del espacio-tiempo por la presencia de la materia.

* Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica Tonantzintla, Puebla, y ESFM, UAP.

** Universidad de las Américas. Puebla.

hacían nuestras canicas antes de caer al hoyito. Cuando esa fuerza centrífuga desaparezca o sea menor que la gravitacional, la canica caerá. Si las fuerzas entran en equilibrio, C_2 permanecerá girando alrededor del hoyo mientras se mantenga dicho estado.

A fin de completar la especificación de la teoría, se debe tipificar la geometría espacio-temporal que está asociada a una determinada configuración de la materia. Einstein hizo esto al postular un sistema de ecuaciones que en esencia dicen:

$$\boxed{\text{Curvatura del espacio-tiempo}} = \boxed{\text{Densidad energética de la materia}} \quad (1)$$

Esta relación geometría-materia nos proveyó de una teoría de la gravitación verdaderamente notable y hermosa, en la cual los efectos de la gravitación se expresan plenamente desde el punto de vista de la estructura del espacio tiempo.

El lado izquierdo de la relación (1) se refiere a entes puramente geométricos, concretamente a la curvatura. Expliquemos esto. Si dibujamos un círculo sobre una superficie y su circunferencia es exactamente $2\pi r$, entonces diremos que la superficie tiene curvatura cero; diremos que su curvatura es positiva si la circunferencia es menor de $2\pi r$ y negativa si es mayor. A través de artificios matemáticos válidos se puede lograr asignar a la curvatura κ de la superficie los valores 0, 1 y -1 para estos tres casos respectivamente. Al dibujar un círculo sobre una superficie de papel se tiene el primer caso. Para el segundo, tendría que hacerse el dibujo sobre una pelota. Si después la rompiéramos para extenderla sobre una mesa, veríamos que la circunferencia no se cierra porque es menor que $2\pi r$. El tercer caso es un poco más complicado, pues se tendría que dibujar el círculo sobre una silla de montar. Si la proyectamos sobre una superficie plana comprobaremos la nece-

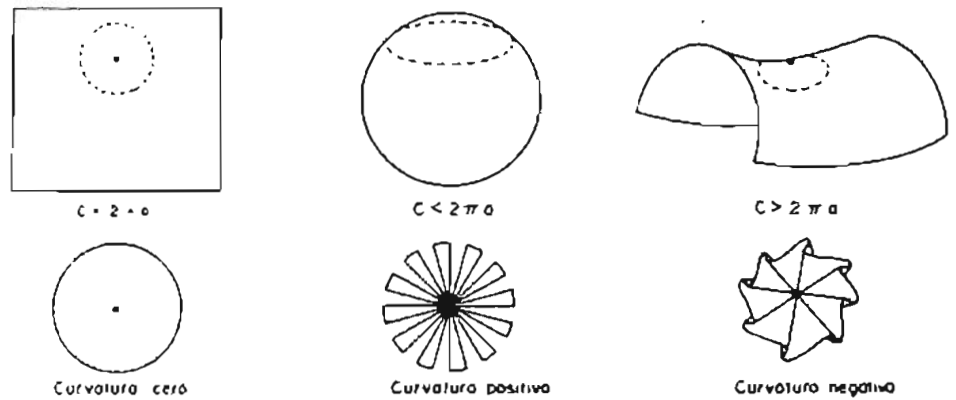


Figura 2. Círculos dibujados sobre superficies curvas que muestran los casos en que la circunferencia es igual a $2\pi r$, y cuando es diferente (figura tomada de Berry M., 1981).

sidad de plegar el círculo, y así formar la circunferencia, quedando de manifiesto que su valor es mayor de $2\pi r$ (fig. 2).

Esta misma tipificación de geometrías se puede asignar a nuestro Universo. Determinar exactamente cual de las tres le corresponde es un problema muy complejo y ese es precisamente el motivo de investigación de muchos cosmólogos. Por lo pronto, atribuyámosle a nuestro Universo una geometría plana, otra curvada negativamente y una tercera curvada positivamente y sustituyámoslas en el lado izquierdo de la ecuación (1). Por otro lado asumamos que ese universo está lleno de materia distribuida uniformemente, de manera que, para todo

punto de su interior el cosmos aparezca igual en cualquier punto y en cualquier dirección en que se sitúe y mire el observador. Con estas condiciones geométricas y físicas se pueden resolver las ecuaciones de Einstein (1) y el resultado son los tres modelos de Universo mostrados en la figura 3.

En la figura 3, $R(t)$ es el radio del Universo como función del tiempo.

En los modelos con $\kappa = -1$ y $\kappa = 0$, el universo se expande indefinidamente y para siempre, mientras que para el modelo de $\kappa = 1$ la expansión tiene lugar hasta alcanzar un radio máximo y después comienza a contraerse nuevamente hasta lograr el punto original $R(t) = 0$. Este último

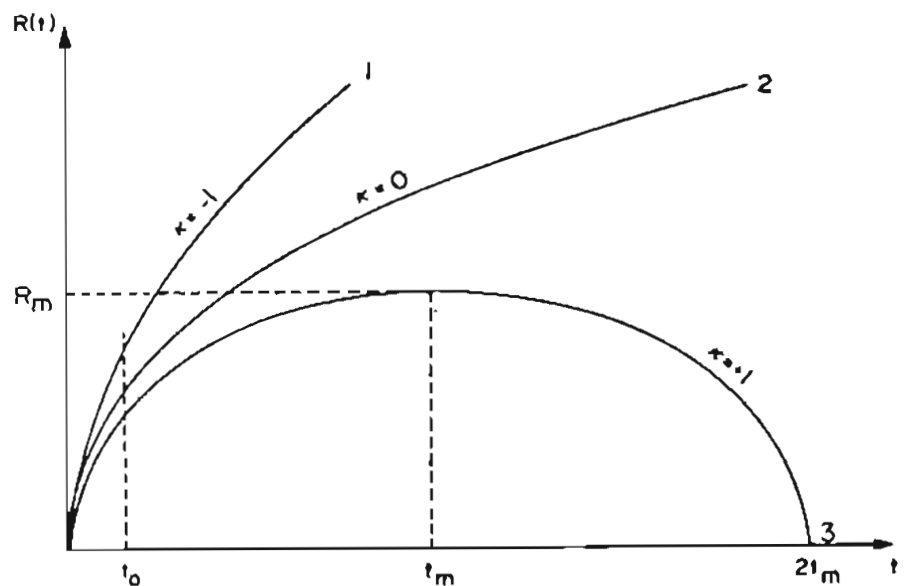


Figura 3. Modelos de Universo en expansión con una constante cosmológica igual a cero.

caso corresponde al de un Universo cerrado.

Estas ideas de la expansión del Universo aparecieron en 1922 y fueron desarrolladas por los astrónomos y matemáticos W. Sitter de Holanda, A. Friedmann de la URSS, G. Lemaitre de Bélgica y A. S. Eddington de la Gran Bretaña. Inmediatamente después los astrónomos se dieron a la búsqueda de los fenómenos físicos que la evidenciaran.

El estudio del movimiento de los sistemas estelares remotos—galaxias y cúmulos de galaxias—sirvió de base para la exploración de la cinemática del Universo. Las velocidades de objetos distantes en movimiento hacia el observador, o alejándose de él, pueden ser medidas con ayuda del *efecto Doppler*. Debido a este efecto todas las ondas que emanen de una fuente que se aproxima al observador se acortan, es decir, se corren hacia la parte violeta del espectro, mientras que la luz proveniente de una fuente que se aleja se enrojece, esto es, se detecta con longitudes de onda más largas. La magnitud del corrimiento al rojo se denota normalmente por la letra z y es definida por:

$$z = \frac{(\lambda_{obs} - \lambda_{em})}{\lambda_{em}} = \frac{v}{c} \quad (2)$$

Esta ecuación es válida solamente para velocidades v mucho más pequeñas que la velocidad de la luz c , cuando es aplicable la mecánica newtoniana. λ_{em} es la longitud de onda de la luz emitida por la fuente y λ_{obs} es la detectada por el observador.

Midiendo entonces el desplazamiento, debido al *efecto Doppler*, de las líneas espectrales en la radiación de los cuerpos celestes, los astrónomos pueden determinar si esos cuerpos se alejan o se acercan a nosotros.

El trabajo pionero en la medición de las velocidades radiales de las galaxias fué emprendido al comienzo de este siglo por el as-

trofísico V. Slipher. Slipher descubrió que la mayoría de las galaxias estudiadas por él se alejaban de nosotros pues su espectro se corría hacia el rojo.

Por otro lado, las distancias de varias galaxias fueron determinadas por el astrónomo E.P. Hubble y, comparando estas distancias con sus velocidades de recesión (que ya habían sido determinadas antes por Slipher y otros astrónomos), encontró en 1929 una notable correlación: Mientras más alejada es la galaxia, mayor es la velocidad de recesión. Este resultado se puede expresar matemáticamente de la siguiente manera:

$$v = Hr$$

en donde v es la velocidad de recesión, r es la distancia a la galaxia y el coeficiente de proporcionalidad H es conocido como la *constante de Hubble*.

Una de las primeras interrogantes de este descubrimiento fue por qué todas las demás galaxias se alejan justamente de nosotros. ¿Estamos realmente en el centro del universo? la respuesta es no; las galaxias se alejan no solamente de nosotros sino también de cada una de las existentes. Así, si nosotros viviéramos en alguna otra galaxia, veríamos exactamente el mismo patrón: las galaxias se alejarían. Este concepto muy importante en cosmología, conocido como

el principio cosmológico, podría parecer confuso. Sin embargo, no es así si nos olvidamos de privilegios geocéntricos y pensamos en la expansión de la siguiente forma: Asumamos que nosotros, los observadores, nos encontramos en la galaxia A y consideremos que estamos en reposo (figura 4). Para simplificar el argumento miremos solamente a lo largo de una línea horizontal a nosotros. Las galaxias B y C se alejan de nosotros hacia la derecha con velocidades crecientes. Las galaxias D y E lo hacen de la misma forma, pero hacia la izquierda. Ahora situémonos en la galaxia B y consideremos que es ella la que está ahora en reposo (figura 4b). Para encontrar las nuevas velocidades relativas a B , de las otras galaxias debemos sustraer la velocidad de B respecto a A , cuanto ésta estaba en reposo, a todas las velocidades de las galaxias. Ahora A se aleja de B hacia la izquierda con la misma velocidad con que antes se alejaba B de A hacia la derecha. La velocidad de recesión de D se duplica; la galaxia C se aleja de B con la mitad de la velocidad con que se alejaba de A . En su conjunto el patrón de alejamiento visto desde B es justamente el mismo: las velocidades de alejamiento son proporcionales a las distancias, con la misma constante de proporcionalidad. Por razones de simplicidad hemos considerado movimientos a

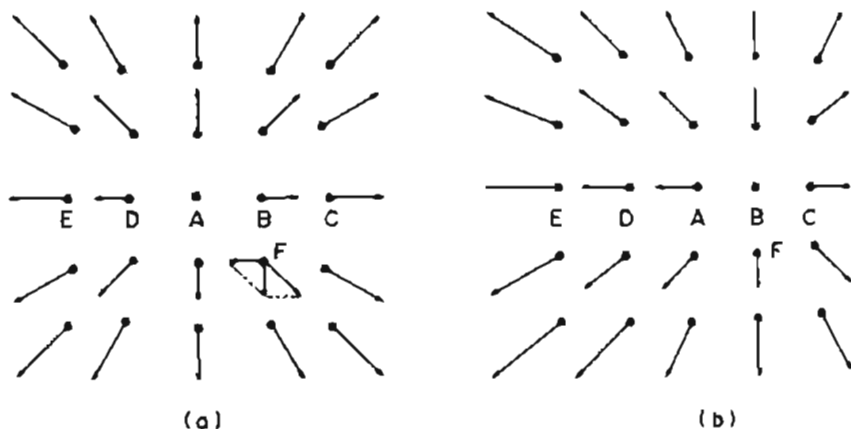


Figura 4. El patrón de recesión según los observadores A y B (de acuerdo a V. A. Bronshtan y tomado de Nowikov I D, 1982).

lo largo de una sola línea, pero se puede verificar trazando paralelogramos, como se indica en la galaxia F en la figura 4a, que la conclusión ilustrada permanece válida también en el caso más general.

Implicaciones cosmológicas de la recesión

La primera implicación de este hecho es que el Universo debe estar expandiéndose desde hace mucho tiempo y que, por lo tanto, en el pasado el tamaño del Universo debió ser mucho menor que su tamaño actual. Así que, si seguimos el razonamiento retrospectivamente, llegaremos a la conclusión de que toda la materia que lo constituye debió estar concentrada en un punto (es decir una región del espacio muy pequeña en comparación con las dimensiones cosmológicas conocidas) que puede considerarse el origen del Universo actual. Una consecuencia de establecer el origen del Universo es la posibilidad de calcular el tiempo que lleva expandiéndose. Esto nos proporcionaría obviamente su edad. Este tiempo llamado *tiempo de Hubble*, es el recíproco de su constante:

$$t = \frac{1}{H} \quad (4)$$

De aquí inferimos que, conociendo con exactitud el valor de esta constante, podríamos saber con precisión qué tan viejo o qué tan joven es nuestro cosmos.

Desafortunadamente, hasta la fecha no se tiene la certeza de que los valores encontrados para esta constante sean definitivos. Desde 1929, cuando Hubble anunció su *Ley de expansión*, los astrónomos han dedicado innumerables horas de trabajo a la determinación de esa constante. Algunos de los valores aceptados por la comunidad científica, desde esa fecha, y la correspondiente edad del Universo están dadas en la tabla 1.

La *constante de Hubble* nos permite también encontrar una densidad media crítica del Universo,

Tabla 1

1929,	Hubble,	$H = 530 \frac{km}{M_{pc}.seg};$	$t = 1,846.108$ millones de años
1955	Baade & Swope,	$H = 100 \frac{km}{M_{pc}.seg};$	$t = 9,784.373$ millones de años
1962,	Sandage,	$H = 98 \frac{km}{M_{pc}.seg};$	$t = 9,984.054$ millones de años
1968,	Sandage,	$H = 75 \frac{km}{M_{pc}.seg};$	$t = 14,681.564$ millones de años
1975,	Tamann & Sandage,	$H = 50 \frac{km}{M_{pc}.seg};$	$t = 19,568.746$ millones de años

para la cual la energía potencial negativa de la masa equilibra la energía cinética positiva de la expansión. Esta cantidad está expresada matemáticamente como:

$$\rho_c = \frac{3H^2}{8\pi G} \quad (5)$$

siendo G la constante gravitacional.

La densidad crítica para los diferentes valores de la constante de Hubble se da en la tabla 2.

Del lado derecho hemos anotado el número de átomos de hidrógeno por m^3 que corresponden a los valores de la densidad crítica, los cuales son pequesísimos comparados con el número de partículas que se encuentran todavía cuando se logra un ultravacío en el laboratorio: 32 billones de partículas por m^3 .

El signo de la energía total (la suma de la energía potencial y de la energía cinética) está acoplado con el signo que representa la curvatura del espacio a través de la ecuación fundamental de la cosmología:

$$\left(\frac{dR}{dt}\right)^2 = H^2 \left[\frac{1}{R} \left(\frac{\rho_0}{\rho_c} \right) \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_c} \right) \right] \quad (6)$$

En esta ecuación ρ_0 es la densidad de materia actual, t es el tiempo, y todas las demás cantidades ya se han definido con anterioridad.

La ecuación (6) representa el principio de la conservación de la energía. El lado izquierdo representa la energía cinética del sistema físico por unidad de masa; el primer término del lado derecho es la energía potencial y el segundo es la energía total, también por unidad de masa.

Vamos a analizar ahora los tipos de universos surgidos de las posibles soluciones a la ecuación (6), cuando la constante cosmológica es cero.

En el caso en que la densidad actual sea igual o menor que la densidad crítica, la energía total se anula o se hace positiva, respectivamente. Esta afirmación se infiere analizando el lado derecho de la ecuación (6). En estos dos casos, las gráficas de las soluciones de la ecuación (6) son secciones de parábolas con pendiente siempre positiva, representadas por las curvas 1 y 2 en la figura 3. Estas gráficas representan precisamente uni-

Tabla 2

$5,287859.10^{-28} \text{ gr/cm}^3$	$\approx$	315.71 H/m^3
$1,88247.10^{-29} \text{ gr/cm}^3$	$\approx$	11.23 H/m^3
$1,807923.10^{-29} \text{ gr/cm}^3$	$\approx$	10.79 H/m^3
$1,058888.10^{-29} \text{ gr/cm}^3$	$\approx$	6.32 H/m^3
$4,706175.10^{-30} \text{ gr/cm}^3$	$\approx$	2.81 H/m^3

versos en expansión, pues a medida que crece el tiempo t , a lo largo de las abscisas, va creciendo también el radio del universo $R(t)$ en las ordenadas. La solución de la ecuación (6) con la condición $\rho_c = \rho_0$ fue obtenida por de Sitter en 1922 y se le conoce en la literatura como el universo de Einstein de Sitter.

Por otro lado, si la densidad actual del universo es mayor que la densidad crítica ρ_c , la energía total es negativa, la energía potencial es negativa y la cinética es positiva. Esto significa que la energía potencial es la *dominante*. Ante tal situación, es posible pensar que existe un punto temporal para el cual la energía cinética equilibre a la energía potencial y después la *domine*. Esta situación ocurre precisamente en la solución representada por la curva 3 en la figura 3. Antes del punto t_m la gráfica representa una expansión debida al dominio de la energía cinética sobre la potencial. Después del punto t_m se invertirá la situación, esto es, la energía potencial será mayor que la cinética y comenzará la fase de contracción.

Como se puede deducir del análisis presentado hasta aquí acerca de nuestro Universo, la determinación del modelo depende básicamente de la densidad actual de materia y de la densidad crítica, que está íntimamente relacionada con la *constante de Hubble*. Esta es la razón por la cual se sigue invirtiendo gran cantidad de trabajo y talento en la determinación de estas dos cantidades.

El valor aceptado por la comunidad científica para la densidad actual es de 2.10^{-31} gr/cm³; esto es, un átomo de H por m³. Este valor es menor que cualesquiera de los valores críticos de la densidad que hemos visto: 2.81 H/m³. Según estos dos valores de ρ_0 y ρ_c nos encontramos ahora a 10,000 millones de años de haber comenzado la expansión (punto t_0 en la figura 3) y así permaneceremos por siempre; pues nuestro universo corresponde al modelo representado por

la curva 2 de la figura 3. Sin embargo, esto no es definitivo, pues desde hace unos 15 años ha aparecido la idea de que el neutrino, una partícula cuya masa se había aceptado que era cero, podría tenerla positiva y aunque ésta fuera 4000 veces más pequeña que la de un electrón, sería suficiente para proporcionarnos una densidad de masa actual mayor a la crítica y entonces tendríamos un Universo cerrado.

Debe mencionarse que hasta el momento el problema de la determinación de la masa del neutrino es un problema abierto, es decir, no se ha confirmado experimentalmente masa alguna para esta partícula, aunque hay grandes grupos de científicos en todo el mundo en su busca.

A pesar de esta indeterminación, vale la pena preguntar cuál es el estado actual de nuestro Universo en el caso en que sea cerrado, ¿no es

cierto?. Pues bien, en este caso, el tiempo máximo de expansión (t_m en la fig. 3) lo alcanzará dentro de 47,000 millones de años y después de allí nos faltarán 57,000 millones de años para que nuestro actual Universo termine su fase de contracción en un punto. ¡Muchos años!, así que por el momento, el fin del Universo no es motivo de preocupación. Aunque puede aparecer otra teoría sobre la historia del Universo que niegue la actual y prediga una contradicción temprana, no sería mañana la víspera...

Bibliografía

Berry M. *Principles of cosmology and gravitation*, Cambridge University Press, Cambridge, 1981.

Lang K. R. *Astrophysical Formulae*, Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg. New York, 1980.

Novikov I. D. *Evolution des Universums*, BSB B.G.T. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1982.



La leña como fuente de energía

Montserrat García, Juan Manuel Chávez, Ernesto Fuentes,
Isabel Gracia, Estela González y Amparo Martínez*

Introducción

México, en general, ha sido un país con abundantes recursos forestales, por lo que a través de su historia ha establecido estrecha relación con los mismos.

En la época precortesiana, México poseía alrededor de 30 millones de hectáreas de bosques de coníferas y aproximadamente 30 millones de hectáreas de selvas tropicales húmedas, bajo un régimen tribal de casi 25 grupos étnicos distintos que incluían a los aztecas y los mayas (Veruette, 1979). Los códigos existentes muestran que había una administración que se encargaba de establecer prácticas de conservación e incremento de los mismos, así como de regular el comercio de los productos forestales, a través de disposiciones que obligaban a las tribus sometidas por los aztecas a rendir tributos en productos de madera.

En 1539, la Colonia obliga a los españoles a plantar, en la colindancia de sus posesiones, cortinas de árboles, con pena de perder sus tierras si así no lo hicieran; asimismo se les obliga a plantar sauces y otras especies para su suministro de leña, en función de sus habitantes y su disponibilidad (Veruette, *op. cit.*).

A mediados del siglo XVII, ingleses y holandeses realizaban incursiones para extraer de contrabando diferentes especies maderables. Posteriormente España da concesiones a Inglaterra para la explotación de productos forestales en México (SFF, 1982).

En 1803 se dicta la primera aproximación a una Ley Forestal. En ella se regulan los volúmenes de corta, se fijan tamaños y dimensiones de los árboles por derribar y se sugieren los métodos de corta. Se establecen medidas para evitar los incendios y se fijan impuestos para la explotación realizada (Veruette, *op. cit.*).

Sin embargo, la explotación de productos forestales continuó durante el México independiente, hasta que con motivo del inicio de la Revolución de 1910, fueron suspendidas las extracciones forestales que efectuaban compañías extranjeras en diferentes regiones del país (SFF, *op. cit.*).

Todavía en el período posterior a la Revolución, se establecieron varias compañías extranjeras para aprovechar los recursos forestales del país (SFF, *op. cit.*).

En 1926 se decreta la primera Ley Forestal del país con la participación de profesionales, técnicos industriales, legisladores y personas relacionadas con las actividades forestales. Esta Ley prácticamente ha sido normativa de las leyes posteriores, surgidas en 1942, 1948 y 1960, que en la actualidad rigen la actividad forestal del país (Veruette, *op. cit.*).

Estas leyes han conformado administrativa y jurídicamente las formas de organización de los aprovechamientos forestales en México, aunque los resultados hasta la fecha no sean acordes con las crecientes económicas y sociales que tiene el país (Veruette, *op. cit.*).

Se puede observar que nuestro país por varios siglos fue un impor-

ante proveedor mundial de productos forestales maderables y no maderables de diversos tipos, fundamentalmente materias primas, como resultado de una explotación extensiva e irracional de los recursos forestales. Esta situación finalizó durante la década de los años cuarenta, en la cual fueron retiradas las compañías extranjeras que habían extraído los productos forestales más importantes del país. Con el aumento de la demanda derivada del crecimiento acelerado de la población por una parte, y el escaso desarrollo de la industria forestal nacional por otra, se inició un proceso cada vez más acentuado de importación de productos forestales (SFF, *op. cit.*).

La sociedad mexicana en la actualidad y en su conjunto sigue teniendo un componente rural importante, la población del campo es del casi 50% de la total. Esto quiere decir, que también la estructura de sectores productivos es deforme, ya que encontramos un mayor porcentaje de ciudadanos en el sector de servicios, un mínimo en el sector industrial y la mayoría en el sector primario, que incluye al forestal. En las áreas forestales se observan las clásicas expresiones de subdesarrollo y de los círculos viciosos de la pobreza; es decir, mínimo alfabetismo, desnutrición, baja capacidad para el trabajo, excedente de mano de obra no calificada, alta tasa de nacimientos, insalubridad y miseria.

El presente trabajo busca conocer la panorámica actual de las necesidades de leña en el país, dada su estrecha relación con la economía

rural del mismo; y hacer una revisión de la problemática de su uso, los modelos y las alternativas reportadas para su manejo.

La leña en México

La combustión es con mucho el destino principal de la madera cortada en los países subdesarrollados. Aproximadamente el 85% de la corta anual lo consumen las llamas, mayormente en aplicaciones domésticas y en la elaboración local de productos agrícolas. Del consumo total de leña alrededor de la mitad se emplea en la cocina, un tercio en las calderas de agua, calefacción doméstica, el resto en la elaboración de productos agrícolas y en actividades industriales como la fabricación de ladrillo (FAO, 1981, *cit. en* Prescott-Allen, 1982).

Desde México hasta Colombia, la leña representa más del 31% de la energía consumida en la región; el 81% de la población distribuida en las áreas rurales y en los sectores de bajos ingresos del área urbana dependen de la leña como fuente principal de combustible (Caballero, 1985).

Prescott-Allen (*op. cit.*) menciona que la cantidad de leña que necesita una familia en los países subdesarrollados, varía en relación al clima y a los hábitos culinarios de la misma; aproximadamente 1.25 millones de Kcal / persona / año son consumidas en las cálidas llanuras tropicales y más de 6 millones Kcal / persona / año en las regiones frías montañosas.

Tradicionalmente la leña, se ha obtenido gratis recolectándola de la vegetación natural existente y de los árboles de sombra del café, cercas vivas y otras fuentes. Sin embargo, la escasez y requerimientos de leña han aumentado junto con la población, la expansión de pequeñas y medianas industrias y por los altos costos de otras fuentes energéticas. Estos factores han propiciado que productores y comerciantes participen en la extracción, distribución y venta de leña. En los

últimos años los precios de la leña han aumentado rápidamente, ante la mayor demanda (Prescott-Allen, *op. cit.*).

Esta fuerte demanda de leña provoca una fuerte deforestación, la cual acelera la erosión y reduce la productividad de la tierra, acentuando la miseria de los habitantes de las zonas rurales que ya no disponen de medios para comprar leña o carbón vegetal o que para obtenerla tienen que recorrer distancias cada vez más largas (Prescott-Allen, *idem.*). En acuerdo con datos de la FAO este problema acentúa la desnutrición y empobrecimiento de los suelos, ya que al disponer de escaso combustible los hábitos alimenticios se modifican o bien son utilizados otros recursos que anteriormente eran usados como abono, tal es el caso de la quema de estiércol como sustituto de leña.

Es importante mencionar que en México los requerimientos de madera como combustible en los hogares rurales es similar al usado para fines industriales (Castaños, 1982).

Las prácticas comunes han sido ignoradas, considerándose problemas meramente locales, porque éstas sólo afectan a usuarios domésticos y a los campesinos. La vegetación de los bosques está siendo reducida progresivamente en volumen o en capacidad potencial de explotación, y eso mina los principios de la reforestación y cosecha sostenida. En muchos lugares la reducción ocurre no sólo por extracción de ramas sino por sobreexplotación, pobre utilización y destrucción de los bosques naturales, provocando graves consecuencias a la economía rural y urbana y a la ecología e hidrología del propio país (Castaños, *op. cit.*, *idem.*).

En el presente los hidrocarburos constituyen la fuente principal de energía en el país. El 90% de las necesidades energéticas primarias son satisfechas por petróleo y gas natural. Las hidroeléctricas contribuyen en otro 5%; el carbón mineral 4%, y los geotérmicos y

la biomasa (madera y bagazo de azúcar) constituyen el otro 1% (Ministerio de Propiedad y Desarrollo Industrial, 1980, *cit. en* Castaños, *op. cit.*). El sector energía, refinamiento de petróleo, generación de electricidad y el proceso de cocción del carbón mineral son el principal consumo de energía primaria en el país, 34% del total. La industria consume 25% y transportes 24%. El consumo doméstico y de construcción es relativamente pequeño, 6%. El sobrante 11% es absorbido por la agricultura, comercio y sectores del servicio público.

En 1987 el consumo total rural de energía en México ascendió a 99.865 billones de kilocalorías anuales. Este valor equivale a un consumo rural medio per cápita de 11,458 kilocalorías diarias, que representa 43% del consumo total nacional per cápita. La estructura energética nacional rural se apoya principalmente en la leña (69.15%). Le sigue la gasolina (10.43%); el gas L.P. (9.98%); el diesel (6.33%); la electricidad (2.53%) y el petróleo diáfano (1.58%). (SEMIP, 1988).

El consumo total de leña en nuestro país significa la utilización de más de 15.69 millones de toneladas anuales. El consumo rural medio per cápita es de 54.02 kilogramos mensuales (SEMIP, *op. cit.*).

Alrededor del 95% del volumen de consumo doméstico se da en hogares rurales con una media de consumo anual por familia desde 8 m³ de madera en rollo, hasta 60 m³. Esto significa que para que 1 m³ de madera se puede utilizar en el hogar se requieren al menos 5 días/hombre (Castaños, *idem.*).

Aproximadamente 80% de la producción total de leña es para consumo doméstico y el 20% restante para el comercio. Las herramientas usadas para corte y preparación son hachas y sierras de corte transversal (Castaños, *op. cit.*).

El consumo medio familiar presenta una gran variación entre las distintas macro-regiones y aún dentro de éstas. Esto se debe, entre otros factores, al tamaño de la co-

unidad y a las condiciones de sus vías de acceso. Las poblaciones con mayor número de habitantes y con mejor comunicación presentan en general, una mayor oferta de energéticos comerciales y menores precios. Ver cuadro 1.

Un aspecto sumamente importante en el uso de la leña como energético es el tipo de tecnología empleada para su quema (cuadro 2). En la mayor parte del país se sigue utilizando el fogón tradicional o de tres piedras, cuya eficiencia energética es muy baja (SEMIP, *op. cit.*), ya que un campesino lo utiliza un mínimo de 4 a 6 horas en su cocina (Castaños, *op. cit.*).

En las regiones del norte del país, con clima árido o semiárido, destaca el uso del mezquite y el huizache. En las regiones serranas, con alturas importantes sobre el nivel del mar se emplea principalmente el encino, el ocote y pino. En las zonas tropicales predomina el uso del tzelel, el caulote y el habin. En la mayor parte de las poblaciones conseras de clima tropical, el manglar abastece con suficiencia los requerimientos energéticos (SEMIP, *op. cit.*).

Dado lo anterior, México se ve en una crisis rural y energética-ecológica que contrasta con abundancia petrolero. En opinión del

BID y la FAO, México es un país amenazado a nivel regional por la escasez de leña.

La solución óptima a este problema es compleja ya que va desde alternativas técnicas relacionadas con la reforestación, una mejor utilización de la biomasa forestal, plantaciones para leña-combustible, y una mayor optimización de leña a través de estufas.

Asimismo, el empleo de educación y extensión para que las propuestas técnicas puedan tener una adecuada aceptación por la población rural. Menciona aparte merece la necesidad de financiamiento que las propuestas de reforestación

Cuadro 1
Consumo rural de leña, comparación macrorregional(°)

Macrorregión	Usuarios %		Consumo medio familiar (kg/mes)		Compradores (%)		Precio medio (\$/kg)(*)		Cocinar (%)		U S O S Agua caliente (%)		Calefacción (%)	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
P. Baja California	91.67	24.00	831.82	85.00	20.00	2.85	50.00	20.00	100.00	75.00	100.00	31.58	9.09	6.67
Baja California														
Baja California Sur														
Pacífico Norte	100.00	31.43	579.00	97.50	33.33	4.00	68.40	13.80	100.00	96.88	53.33	3.33	80.00	10.00
Sonora, Sinaloa y Nayarit														
Norte	100.00	76.00	1,350.00	141.11	30.00	3.45	44.83	13.00	100.00	92.31	100.00	31.43	100.00	37.04
Chihuahua, Coahuila y Durango														
Golfo Norte	100.00	16.67	1,302.80	25.00	41.18	3.33	80.00	10.00	100.00	50.00	100.00	18.75	92.86	16.67
Nuevo León y Tamaulipas														
Centro Norte	100.00	40.00	465.80	117.78	66.67	5.00	150.00	20.00	100.00	55.56	100.00	14.81		
San Luis Potosí y Zacatecas														
Pacífico Centro	100.00	54.55	500.00	142.00	85.00	3.57	153.00	2.00	100.00	86.67	68.00	7.14		
Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco y Michoacán														
Central	100.00	77.78	447.00	85.33	100.00	5.00	84.00	15.28	100.00	90.91	100.00	10.00	62.50	
Querétaro, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Morelos y México														
Golfo Centro	100.00	80.00	340.53	141.10	48.57	5.00	33.00	6.50	100.00	100.00	20.69	4.17		
Veracruz y Tabasco														
Pacífico Sur	100.00	91.11	1,300.00	442.80	50.00	3.45	50.00	10.17	100.00	100.00	34.48	6.67	76.47	5.26
Chiapas, Guerrero y Oaxaca														
P. de Yucatán	100.00	70.00	530.00	228.31	15.00	5.00	280.00	12.40	100.00	97.14	100.00	10.00	25.00	5.26
Yucatán, Campeche y Quintana Roo														

(°) Los valores máximos y mínimos se refieren a los datos encontrados en las comunidades analizadas de cada macrorregión.

(*) Precios del mes de julio de 1987.

Fuente: SEMIP, CEE, "Energía rural en México", 1988.

Cuadro 2
Características de la leña empleada como energético,
comparación macrorregional (°)

Microrregión	Tipo de cocina		Principal razón del uso de la leña	Especies de mayor uso	Principal razón del uso de la especie	Distancia al sitio de recolección (km)	
	Fogón (%)	Estufa (%)				Máxima	Mínima
P. Baja California	84.54	15.46	Más barata	Mezquite, palo fierro, brasil	Más abundante	34.17	1.73
Pacífico Norte	83.41	16.59	Más barata	Mezquite, huínole, encino	Más abundante	18.62	1.50
Norte	17.70	82.30	Más barata	Mezquite, encino, huizache	Más abundante	32.00	.92
Golfo Norte	93.31	6.69	Más barata	Mezquite, encino, huizache	Más abundante	5.41	1.00
Centro Norte	36.81	63.19	Más barata	Mezquite, huizache, nuanzanilla	Más abundante	12.75	1.00
Pacífico Centro	53.85	46.15	Más barata	Huizache, mezquite, roble	Más abundante	5.95	.33
Central	99.84	.16	Más barata, disponible	Encino, mezquite, ocote	Más abundante	4.00	.43
Golfo Centro	99.22	.78	Más barata, disponible	Guasimo	Más abundante	3.41	.83
Pacífico Sur	100.00	.00	Más barata, mejor	Tzelé, caulote, roble	Más abundante	6.87	.72
P. de Yucatán	96.45	3.55	Más barata, mejor	Habán, Tzilam, Catzín	Más abundante	5.49	1.04

(°) Los valores máximos y mínimos se refieren a los datos encontrados en las comunidades analizadas de cada microrregión.

y plantaciones para leña, requieren.

Necesidades de leña

El rápido incremento en los precios del petróleo en la última década y el hecho de que los suplementos del petróleo están limitados, han contribuido a un marcado aumento en el interés del desarrollo y uso de otras fuentes de energía. Los productos forestales fueron la fuente de energía para el hombre desde hace más de 400 años y esto persiste en cierto número de países. Alrededor de la mitad de la madera consumida en el mundo es usada para combustible y en algunos países es mayor esta proporción (Hillis, 1982).

La leña es usada como combustible en diferentes actividades como cocción de alimentos, industria de destilería, refinería de azúcar, fábricas de ladrillos, actividades de alfarería, elaboración de tabaco y té, además es usada para producir calor y energía mecánica en los aserraderos, en locomotoras, naves y en generación de electricidad entre otros (Earl, 1975, *cit.* en Reyna, 1981.).

Antes de la crisis energética en todo el mundo la madera recibió

muy poca atención como fuente de energía. El uso de combustible fósil barato y poder nuclear tuvo expectativas de crecimiento casi sin límite y la quema de madera fue considerada como un mal gasto de los recursos naturales (Hakkila, 1982).

El incremento en los costos de petróleo y la incertidumbre de su disponibilidad desde 1973 acarrearón el interés por otras fuentes renovables de energía como la madera (Hakkila, *op. cit.*).

Las ventajas que se vislumbran del uso de la biomasa como fuente de energía se derivan de que la fotosíntesis da lugar a un almacenamiento de energía en forma de biomasa y que es alrededor de 10 veces el consumo de energía en el mundo. La presente biomasa en pie (principalmente árboles), sobre la superficie de la tierra, es igual a la cantidad total de las reservas de combustible bajo la superficie de la tierra (Hall, 1980, *cit.* en Zsuffa, 1982). Asimismo Díaz (1978) menciona que además es indispensable buscar nuevas fuentes de energía distintas de las fósiles y de la energía nuclear, que reúnan las siguientes condiciones: una alta capacidad termodinámica; que puedan almacenarse o usarse

a voluntad; que sean renovables; ecológicamente inofensivas; libres de alto riesgo de destrucción; producción a precios tolerables; dependientes de una tecnología disponible; con una amplia distribución en nuestro país; operable en gran escala dentro de pocos lustros; posible de operar con nuestros recursos humanos y materiales.

Sin embargo, la utilización masiva de los recursos forestales como fuente de energía, a pesar de sus ventajas, tiene que llevar consigo la aplicación de planes de explotación en el mejor de los casos o bien la aplicación de planes de recuperación de zonas boscosas, ya que la deforestación en algunas regiones ha alcanzado niveles alarmantes.

El problema de la escasez de leña ha pasado inadvertido tal vez por creerse que hay poca demanda, abundancia, o porque afecta principalmente a personas de escasos recursos (Zambrana, 1981). En países en vías de desarrollo más de 150 millones de personas son dependientes de la leña como su principal fuente de energía para necesidades básicas tales como cocinado y fogones. Alrededor de 100 millones de personas son incapaces de procurarse la cantidad mínima de leña o carbón necesaria para preparar

la comida, contribuyendo a una escasa entrada de nutrientes. Por otro lado una sobrecorta de los recursos de leña resulta en seria deforestación. En los países en vías de desarrollo la entrada no es tanto la sustitución de fuentes de energía nuevas o renovables por combustible fósil, sino simplemente asegurar un abastecimiento estable de leña para la población rápidamente creciente (Hakkila, *op. cit.*).

Para asegurar la demanda actual de leña (0.5 a 2.0 m³ *per cápita* por año) serían requeridas 50 millones de hectáreas para leña en el año 2000, esto significa un inmediato aumento quintuplicado en todos los programas forestales de plantado de árboles. El trabajo involucrado y los fondos requeridos son inmensos. Aunado a esto, es necesaria la investigación encaminada a una más completa recuperación

de residuos del corte y del transporte de trozas; así como una más efectiva tecnología de combustión y carbonización (Hakkila, *op. cit.*).

Una solución a mediano plazo en el área rural podría ser el establecimiento de plantaciones de leña, utilizando créditos del Estado, materiales locales y labor comunitaria. Las plantaciones pueden ser operadas en conjunto con grandes proyectos de desarrollo rural, junto al sector agrícola o a través de programas del sector energético (Mc Gaugey *et al.*, *op. cit.*). Naturalmente la energía de las plantaciones puede ser cuestionada, y especialmente desde el punto de vista de su economía, eficiencia energética, problemas biológicos relacionados a la producción intensiva de plantas y problemas concernientes al medio ambiente (Zsuffa, *op. cit.*).

Alternativas de solución

Plantaciones

Las plantaciones tienen como característica el tener poco espacio de separación entre árboles y están constituidos mayormente por especies de hoja ancha que pueden ser cosechados continuamente en ciclos menores de un decenio. Después de la cosecha, la degradación de las raíces ayuda en la nueva germinación que regenerará la masa forestal. Para el establecimiento de plantaciones por lo general se hace necesario el control de semillas y la preparación del suelo. Ya establecida la plantación puede necesitarse de la fertilización para el mantenimiento del crecimiento del rodal. En las plantaciones de leña pueden usarse especies



de fuste corte y torcido así como arbustos de rápido crecimiento, productores de madera densa, con alta capacidad de combustión pueden funcionar como eficientes fuentes de leña (Eckholm, 1980). Algunas de las especies que en experimentos han dado resultados satisfactorios pertenecen al género *Eucalyptus*, citándose a *E. alba*, *E. botryoides*, *E. grandis*, *E. punctata* y *E. saligna*, debido a sus características maderables, la capacidad de generación por cepas, rápido crecimiento y la fácil propagación en áreas degradadas (Reyna, 1981). Aun así, falta experiencia en cuanto a crecimiento de árboles para leña.

Estufas de leña

En cuanto al mejoramiento en la eficiencia de la conversión energética de la madera, se han hecho proyectos en los que con pequeñas inversiones de labor y materiales simples se pueden producir de inmediato estufas de leña con una mayor eficiencia energética (por ejemplo "Lorena" en Guatemala).

Ventajas adicionales

Las plantaciones de leña pueden presentar además las siguientes ventajas:

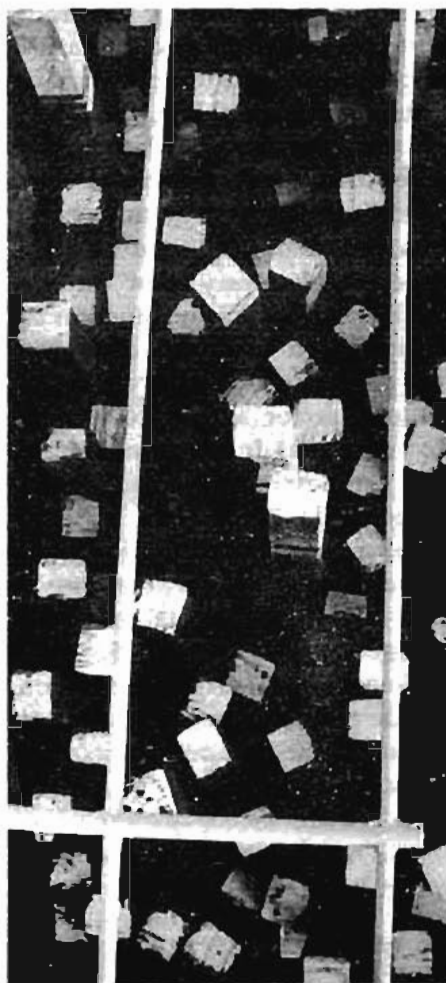
- Obtención de aceites vegetales, forrajes, frutos, hojas y retoños comestibles.

- Provisión de abono verde, de corteza para taninos, productos farmacéuticos, resinas, gomas, pegamento, madera de construcción, maderas, postes, palos y pulpa para papel y cartón.

- Presencia de sombra para pasturas y cultivos como el café y el cacao.

Bibliografía

Amarillas, J. L., 1983, "La reutilización del papel periódico. El proceso de detinado", en *Información Científica y Tecnológica*, vol. V, núm. 87, México, D.F., Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.



Caballero, M., 1985, "Investigación forestal para el desarrollo rural", en *Resumen de ponencias del XI Congreso Mundial Forestal*, México, D.F., SARH, FAO.

Cantarell, A., 1983, "Tecnología del bagazo de caña", en *Información Científica y Tecnológica*, vol. V, núm. 87, México, D.F., Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Carvajal, S., I. Lomeli, 1983, "Nuevas opciones para producir papel", en *Información Científica y Tecnológica*, vol. V, núm. 87, México, D.F., Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Cataño, R., 1979, "La actividad forestal en México y el papel del gobierno", en *México y sus Bosques*, vol. XVI, núm. 5, México, D.F.

Castañón, L. J., R. A. Arola, 1982, "Harvesting wood for energy in North America", en Smith, W. R. (edit.), *Energy from Forest Biomass*, USDA, Academic Press.

Díaz, I. R., 1978, "La importancia energética de la leña en Panamá", en *Seminario sobre fuentes energéticas renovables*, Panamá, Pan., IILA.

Eckholm, E., 1980, "Introducción", en *Firewood Crops Shrub and Tree Species for Energy Production*, National Academy of Sciences Press.

FAO, 1983, "Producción de leña", en *Métodos simples para fabricar carbón vegetal*, SPIMM, DIFDM.

Hakkila, P., 1982, "Wood as a world-wide fuel source", en W. R. Smith (edit.), *Energy from Forest Biomass*, USDA, Academic Press.

Huidobro, J. R., 1983, "El papel que no vemos", en *Información Científica y Tecnológica*, vol. V, núm. 87, México, D.F., Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Lamas, R., 1983, "Del papiro a la electrónica", en *Información Científica y Tecnológica*, vol. V, núm. 87, México, D.F., Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Latayf, L., 1985, "La industria de la celulosa y el papel en México, situación y perspectivas", en *Revista de la Asociación Mexicana de Técnicos de las Industrias de la Celulosa y el Papel, A.C.*, vol. XXV, núm. 7, México, D.F., ATCP a.c.

Mc Gaughey, S. E., H. M., Gregersen (edit.), 1983, *Forest-Based Development in Latin America*, USDA, BID.

Presscott-Allen, R., C. Prescott-Allen, 1982, "¿Cuánto vale la vida silvestre? Las contribuciones económicas que la flora y la fauna silvestres aportan a los países en vías de desarrollo", USDA, Earthscan.

Reyna, N., 1981, "La leña como fuente de energía con especial referencia a Perú", en *Seminario Internacional sobre las Ciencias Forestales y su contribución al desarrollo sobre la América Tropical*, Caracas, Ven., CONICIT, Federación Interciencia, SCITEC.

Subsecretaría Forestal y de la Fauna, 1982, *El Comercio Exterior de los Productos Forestales de México*, México, D.F., SFF, SAM, SARH.

Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, Comisión de las Comunidades Europeas, 1988, "Energía rural en México", vol. I al II, México, D.F.

Verruete F., 1979, "Discurso", en *México y sus Bosques*, vol. XVI, núm. 5, México, D.F.

Zambrana, H., 1981, "Producción de leña en las comunidades rurales", en *Seminario Internacional sobre las Ciencias Forestales y su Contribución al Desarrollo de la América Tropical*, Caracas, Ven., CONICIT, Federación Interciencia, SCITEC.

Zsuffa, L., 1982, "The Production of Wood for Energy", en W. R. Smith (edit.), *Energy from Forest Biomass*, USDA, Academic Press.

Literatura complementaria

Rosado, A., 1985, "Papeles para empaque en México, antecedentes y expectativas", en *Revista de la Asociación Mexicana de Técnicos de las Industrias de la Celulosa y el Papel, A.C.*, vol. XXV, núm. 7, México, D.F., ATCP, A.C.

Earl, D., 1975, *Una fuente Renovable de Combustible*, Roma, Ita., Unasilva, FAO.

Pasando Revista

Arbor

Arbor, ciencia pensamiento y cultura. Revista editada por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), que en su número 533 del tomo CXXXVI, con fecha de mayo de 1990, nos ofrece un variado programa científico con artículos como "Teoría y técnica de legislación", de Eugenio Bulygin; "El síndrome Nemo y otros problemas de filosofía de la tecnología", de Manuel Liz y Margarita Vázquez; "El hombre como animal fantástico. Bases para una ética de la técnica", de Jesús Conill Sancho; "Individualismo y democracia: narcisismo, resistencia, disidencia", de Ma. José Agra Romero; "Por una Nueva Epistemología Genética", de Tomás Andrés Tripero y José Jiménez.

Arbor es una cuidada revista española, que pone como costo de suscripción para el extranjero la cantidad de 6,700 Ptas. La Dirección donde deben enviarse los abonos de suscripción es:

Servicio de Publicaciones del CSIC
Vitrubio, 8.28006 Madrid (España)

Avance y perspectiva

Avance y perspectiva, órgano de difusión del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, número correspondiente a julio-septiembre de 1990, volumen 9.

La presente edición de *Avance y perspectiva* está dedicada al Dr. Rosenbluth, director fundador del CINVESTAV, en el vigésimo aniversario de su muerte. Y en el Sumario podemos encontrar los siguientes trabajos: Investigación y docencia en el Área Biológica del CIN-

VESTAV", de Fidel Ramón y Hugo Aréchiga, donde se nos muestra un panorama sumario de la historia del CINVESTAV; "Cújulos de átomos: ¿una nueva física?", de Jesús Dorantes Dávila. Y secciones como: Avances de Ciencia y Tecnología, Perspectivas, Noticias del Centro, Innovaciones Educativas, Matices (con una simpática y bien contada anécdota titulada "Los virus achicadores de cabezas", de Marcelino Cerejido.), Libros y Espacio abierto.

Avance y perspectiva es una publicación trimestral. Los artículos y notas que se propongan para ser publicados deberán dirigirse a:

Editor, Avance y Perspectiva
Secretaría Académica CINVESTAV
Apartado Postal 14-740
07000 México, D. F.
Tel. 586-42-37

Ilhucac

En su número de presentación, fechado para los meses de febrero mayo de 1990, *Ilhucac*, Revista Mexicana de Teoría e Historia de la geografía, nos ofrece en su sección de *Artículo*, los siguientes trabajos: "Sistemática del saber científico geográfico", de Luis Ignacio Hernández Iriberry; "Geografía: El principio del reflejo activo", de José C. Martínez Nava; "El instrumental de la geografía en la Antigüedad", de Elios Salgado Herrera; "En torno al concepto de ciencia", de Silvia Castro López. En la sección *Biografía*, se nos ofrece un trabajo titulado "Eratóstenes".

Las solicitudes de suscripción a esta interesante revista deberán dirigirse al apartado postal 17-817, CP 11411, México, 17 DF. El costo

por ejemplar es de \$15 000.00, y la suscripción anual, por tres números, es de \$40 000.00. El tiraje se reduce a 250 ejemplares, según consignan los editores.

Anuario

Recibimos el número 1 de *Anuario*, 1988, del Centro de Estudios de Historia y organización de la ciencia, publicación de la Academia de Ciencias de Cuba. Transcribimos para ustedes un fragmento de la Presentación...: "Con este primer número de su *Anuario*, el Centro de Estudios de Historia y Organización de la Ciencia da inicio a una publicación en la que aspira a reflejar, de manera sistemática, algunos de los resultados de los trabajos de investigación que en él se realizan sobre el desarrollo histórico de la ciencia y la tecnología en Cuba y sobre los problemas de su organización, entendida esta última —como resulta cada vez más frecuente— en un sentido lato..."

En su amplia sección de *Artículos*, encontramos los siguientes trabajos: "Principales características del proceso de desarrollo científico y tecnológico en Cuba a partir de 1959 y su prospectiva hacia el año 2000", de Tirso W. Sáenz y Emilio García Capote; "Elementos para un diagnóstico de la actividad inventiva en Cuba en el campo de la química (1959-1983)", de Luis M. Pérez Moral; "Breve bosquejo histórico del Laboratorio Histobacteriológico e Instituto de Vacunación Antirrábica de la Habana" de Nancy Díaz-Argüelles García. Sólo una muestra de las investigaciones que podemos encontrar en *Anuario*.

ERRATAS

En el número 14, año 1 de la revista *Elementos* fueron onduadas dos tablas correspondientes al artículo "Tehuacán, reloj del tiempo vegetal", de Mariela Rodríguez A. La tabla 1 debió ser mencionada al final del párrafo 1 después de... "les faltaban estructuras para lograr su identificación (Tabla 1)". La tabla 2 es señalada en el párrafo de la misma página (35). Ambas se reproducen a continuación.

Tabla 1. Lista de especies que fueron encontradas en el Valle de Tehuacán, Puebla

Familia	Especie	Nombre común	Uso	Origen
Agavaceae	<i>Agave cf. glaustrachia</i> Koch	Maguey	Fibra, alimento, bebida	Silvestre y cultivado
	<i>Agave cf. karwinskii</i> Zucc.	Maguey	Fibra, alimento, bebida	Silvestre y cultivado
	<i>Agave Karwinskii</i> Lem.	Rabo de león	Fibra, bebida	Silvestre y cultivado
	<i>Agave</i> spp.	Maguey	Fibra, alimento, bebida	Silvestre y cultivado
Amaranthaceae	<i>Amaranthus cf. truxalis</i> L.	Amaranto, quelite, chual, alegría, blede	Alimento, religioso	Silvestre y cultivado
Amaranthaceae	<i>Amaranthus cf. leucocarpus</i> Wats	Amaranto, quelite	Alimento, religioso	Silvestre y cultivado
	<i>Croton procera</i> HBK	Chupandilla	Alimento, jabón	Silvestre y cultivado
Apocynaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	Cirucla	Alimento	Cultivado
	<i>Plumeria rubra</i> L. var. <i>acutifolia</i> (Poir.) Woods	Jazmín rojo, flor de mayo	Ornamental, religioso	Silvestre
Bignoniaceae	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) Merr.	Venenillo	Veneno	Silvestre
Bombacaceae	<i>Croton cupe</i>	Arbol de la calabaza	Alimento	Silvestre
Bombacaceae	<i>Croton pinnifolius</i>	Pochote	Alimento, fibra	Silvestre
Bromeliaceae	<i>Hechtia</i> sp.		Fibra	Silvestre
Bromeliaceae	<i>Tillandsia davyallii</i> Bak	Soluchil, planta de aure	Fibra, ornamental	Silvestre
	<i>Tillandsia usneoides</i> L.	Musco español, paxtle	Religioso	Silvestre
	<i>Tillandsia</i> spp.		Fibra	Silvestre
	<i>Cephaelis hillebrandii</i> (Weber) Schum.	Totecho	Alimento	Silvestre
Cactaceae	<i>Echinocactus grando</i> Rose	Biznaga	Alimento, acojinamiento	Silvestre
	<i>Escobaria chiodilla</i> (Weber) Rose	Jicuil	Alimento	Silvestre
	<i>Lemaireocereus holianus</i> (Weber) B. & R.	Cardón	Alimento	Silvestre
	<i>Lemaireocereus stollatus</i> (Pillif.) B. & R.	Xocnochele	Alimento	Silvestre
	<i>Lemaireocereus weberi</i> (Coul.) B. & R.	Cardón	Alimento	Silvestre
	<i>Mammillaria</i> sp.	Cabeza de viejo		Silvestre
	<i>Mytillocactus geometrizans</i> (Mart.) Cons.	Garambullo	Alimento	Silvestre
	<i>Opuntia</i> sp.	Nopal	Alimento	Silvestre y cultivado
	<i>Ipomoea batatas</i> Cogn.	Melón coyote	Alimento	Silvestre
	<i>Cucurbita maxima</i> Pang.	Calabaza	Alimento	Cultivado
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne	Calabaza	Alimento	Cultivado
	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Calabaza	Alimento	Cultivado
	<i>Lagenaria leonina</i> (Mol.) Standl.	Calabaza botello	Alimento	Silvestre
	<i>Dioscorea alata</i> L.	Chimal, patinilla	Alimento, medicinal, veneno	Silvestre
Cycasaceae	<i>Dioscorea</i> sp.	Matate		Silvestre
Dioscoreaceae	<i>Diospyros digyna</i> Jacq	Zapote negro	Alimento	Cultivado
Ebenaceae	<i>Jatropha neopauiflora</i> Pax.		Alimento	Silvestre
Euphorbiaceae	<i>Jatropha</i> sp.		Alimento, medicinal	Silvestre
Fagaceae	<i>Quercus</i> sp.	Encino	Combustible, material	Silvestre
Gramineae	<i>Chloris virgata</i> Sw.	Pasto	Acojinamiento	Silvestre
	<i>Heteropogon contortus</i> (L.) Beau	Pasto	Acojinamiento	Silvestre
	<i>Trichloris plumiflora</i> Fourm.	Pasto	Acojinamiento	Silvestre
	<i>Silene cf. macrostachya</i> HBK.	Pasto	Alimento	Silvestre y cultivado
	<i>Zea mays</i> L.	Maíz	Alimento	Silvestre y cultivado
	<i>Persea americana</i> Mill. var. <i>drynifolia</i> (Schlecht.) Blake and Cham. Blake	Aguacate	Alimento	Silvestre y cultivado
Leguminosae	<i>Acacia senaria</i> M. & S.	Guaje, guaje blanco	Alimento	Silvestre
	<i>Acacia</i> sp.	Guaje	Alimento	Silvestre
	<i>Arachis hypogaea</i> L.	Cacahuete	Alimento	Cultivado
	<i>Caesalpinia rotunda</i> (B. & R.) Standl.	Guaje		Silvestre
	<i>Canavalia</i> sp.		Alimento	Silvestre
	<i>Leucaena aculeata</i> (M. & S.) Benth	Guaje	Alimento	Silvestre
	<i>Leucaena purbona</i> B. & R.	Guaje		Silvestre
	<i>Mimosa</i> sp.			Silvestre
	<i>Phaseolus acutifolius</i>		Alimento	Cultivado
	<i>Phaseolus communis</i>		Alimento	Cultivado
	<i>Phaseolus lunatus</i>		Alimento	Cultivado
	<i>Phaseolus vulgaris</i>		Alimento	Cultivado
Liliaceae	<i>Protophysa juliflora</i> (Sw.) DC.	Mezquite	Alimento	Silvestre y cultivado
	<i>Brausea gracilis</i> Lem.	Sotolín	Fibra	Silvestre
	<i>Yucca periculosa</i> Bak.	Yuca, Izote	Fibra, alimento, bebida, acojinamiento	Silvestre
Malvaceae	<i>Mulberry</i> sp.	Nanche	Alimento	Silvestre
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Algodón	Fibra	Silvestre y cultivado
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	Alimento	Cultivado
Palmaceae	<i>Arecocoma mexicana</i> Karw. ex Mart	Coyol	Alimento, bebida	Silvestre
Palmaceae	<i>Brahea dulcis</i> (HBK.) Mart	Palma	Fibra, alimento	Silvestre
Rhamnaceae	<i>Condalia mexicana</i> Schlecht.		Alimento	Silvestre
Rhamnaceae	<i>Zizyphus pedunculata</i> (Brandl.) Standl.	Cholula	Jabón	Silvestre
Rutaceae	<i>Canavalia edulis</i> Llave & Lex	Zapote blanco	Alimento	Cultivado
Sapotaceae	<i>Bumelia laetivirens</i> Hemsl.	Tempisque	Alimento	Cultivado
Sapotaceae	<i>Sideroxylon cf. tempisque</i> Pitt.	Coahuico	Alimento	Silvestre y cultivado
Selaginellaceae	<i>Selaginella</i> sp.	Siempre viva, helecho		Silvestre
Solanaceae	<i>Capiscum annuum</i> L.	Chile pimiento	Alimento	Silvestre y cultivado
Solanaceae	<i>Physalis</i> sp.	Tomate	Alimento	Silvestre y cultivado
Violaceae	<i>Cissis</i> sp.		Fibra	Silvestre

Tabla 2. Uso de las plantas encontradas en el Valle de Tehuacán, Puebla

Uso	No. de especies	Uso	No. de especies
Alimento	50	Sustituto de jabón	2
Acojinamiento	5	Medicinal	2
Bebida	6	Veneno	2
Fibras	13	Ornamental	2
Religioso	4	Combustible	1
		Construcción	1

Fue nombrado Feliciano Sánchez Sinencio Director del CINVESTAV

El doctor Feliciano Sánchez Sinencio tomó posesión como nuevo Director del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN en presencia del licenciado Manuel Bartlett Díaz, Secretario de Educación Pública y Presidente del Patronato del CINVESTAV, y de numerosos miembros distinguidos de la comunidad científica nacional.

El acto tuvo lugar en el auditorio del mencionado centro de investigación el pasado 14 de diciembre. Durante el mismo, el Secretario de Educación Pública se refirió a la excelencia que ha caracterizado la labor del CINVESTAV desde su fundación, reconoció el trabajo desempeñado por el director saliente doctor Alfredo Nava, y subrayó que el nuevo director proviene de las filas de investigadores que conforman el CINVESTAV por lo que conoce bien su problemática, asimismo enfatizó la calidad del trabajo científico desarrollado por el doctor Sánchez Sinencio por lo que externó su convicción del papel relevante que tendrá durante su gestión al frente del CINVESTAV.

Sánchez Sinencio egresó de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) del IPN. Obtuvo su doctorado en física, *summa cum laude*, en la Universidad de San Pablo, Brasil.



Entre las numerosas distinciones que ha recibido en su trayectoria científica, obtuvo en el año de 1980 la Beca J. S. Guggenheim, que es otorgada anualmente a destacados científicos de América. Fue profesor visitante en la Universidad Hebrea de Jerusalem, Israel; investigador asistente en la Universidad de Princeton, EUA; y ha participado como asesor de organismos vinculados con la ciencia, la tecnología y la cultura.

Durante su trayectoria Sánchez Sinencio se ha distinguido como formador de un importante número de especialistas de alto nivel (maestría y doctorado) así como de la licenciatura en diversos campos de la física, con lo que ha contribuido sólidamente a la formación y el establecimiento de grupos de investigación en diferentes ciudades del país.

Particularmente su influencia ha sido notable en el desarrollo de la física en Puebla al haber sido director de tesis, de los tres niveles mencionados, de investigado-



res que hoy laboran en el Instituto de Física y en la Escuela de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de Puebla. En este aspecto el doctor Sánchez Sinencio siempre se ha mostrado dispuesto a colaborar con la UAP mediante conferencias, seminarios, impartidas a la comunidad del Instituto de Ciencias.

Al momento de su nuevo nombramiento como director del CINVESTAV se desempeñaba como Jefe del Departamento de Física de la misma institución, de

la que ha sido investigador titular. Con anterioridad fue Jefe de la Sección de Graduados, así como del Departamento de Física de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN.

Sus áreas de trabajo científico son la física del estado experimental, fotoconductividad, semiconductores magnéticos, física de superficies, transportes de carga eléctrica a través de interfases, celdas solares, entre otras.

Evaluación de la I Semana de la Investigación Científica y sus perspectivas

El pasado 14 de febrero se llevó a cabo un encuentro de 36 representantes de instituciones de educación superior con el fin de analizar y evaluar los resultados de "La primera semana de la investigación científica" que se llevó a cabo del 5 al 9 de noviembre de 1990 y que fuera organizada por la Academia de la Investigación Científica.

Además, en esa misma reunión se dieron a conocer las perspectivas para la realización de "La segunda semana de la investigación científica" así como se puso en consideración de los participantes un nuevo programa titulado "El verano de la investigación científica".

La reunión tuvo lugar en uno de los salones del Hotel Plaza Reforma y fue presidida por el doctor Saúl Villa Treviño. Para la discusión y análisis se organizaron cinco mesas de trabajo correspondientes a diferentes regiones del país, posteriormente de cada una de las mesas se obtuvieron conclusiones que fueron finalmente contrastadas y discutidas en lo general para la versión de un documento de evaluación de la primera semana, las perspectivas del desarrollo de la segunda



semana, así como propuestas para la implementación y naturaleza del nuevo programa "El verano de la investigación científica".

Entre los puntos destacables de la evaluación de la primera semana, los asistentes estuvieron de acuerdo que esta actividad constituyó un impulso importante a nivel nacional de la difusión de la investigación científica, se reconoció la premura de su organización que derivó en insuficiente planeación, así como su inadecuada publicidad.

El consenso en cuanto a las perspectivas de la segunda semana se manifestó en la necesidad de una mayor publicidad, elaborar un directorio de conferencistas, lograr un equilibrio en la participación de investigadores locales y externos, se divulgue la naturaleza y objetivos de la AIC, una mayor coordinación entre esta última y las instituciones sede, mayores recursos para la organización, y elaborar una memoria institucional que recoja la participación de los conferencistas, y la evaluación inmediata de la actividad a través de cuestionarios a los asistentes.

En cuanto al nuevo programa propuesto llamado "El verano de la investigación científica" tiene por objeto el detectar a estudiantes brillantes de nivel licenciatura y ponerlos en contacto con investigadores nacionales por medio de estancias durante dos meses en laboratorios.

Podrán participar en este programa estudiantes sobresalientes que hayan finalizado el segundo semestre de licenciatura. Para definir qué laboratorios de investigadores nacionales pueden recibir estudiantes se estructurará un directorio de investigadores interesados en el programa. La selección de estudiantes se efectuará tomando en cuenta a aquellos que tengan un promedio superior a 90; sólo se seleccionarán a un total de 25 alumnos.

Además, las mesas de trabajo decidieron que se establezca un mínimo de becas por institución, que se incluya a las ciencias sociales y humanidades, que la convocatoria incluya un listado de sitios de posibles estancias mencionando las áreas en las que los investigadores trabajan.

Finalmente agregaron que es conveniente se especifiquen los criterios de selección de los becarios, se tome en cuenta la propuesta de un académico reconocido en la universidad de procedencia y una carta de intención elaborada por el alumno.



Se inauguró el XXXII Año Académico de la Academia de la Investigación Científica

Con entrega de diplomas a académicos de nuevo ingreso así como de los premios Weizmann 1990 fue inaugurado el año XXXII de la AIC por el licenciado Manuel Bartlett Díaz, Secretario de Educación Pública, durante una ceremonia llevada a cabo en el Auditorio "Torres Bodet" del Museo Nacional de Antropología.

Al evento anual de la AIC asistieron, entre otros miembros del Presidium, el doctor Hugo Aréchiga, presidente de la Academia, el doctor Feliciano Sánchez Sinencio, Director del CINVESTAV, el contador Oscar Joffre Velázquez, Director General del IPN, el doctor José Sarukhan Kermes, Rector de la UNAM, el doctor Fausto Alzati, Director del CONACyT.

Los académicos que ingresaron como miembros regulares 1990 fueron los siguientes:

Area de Ciencias Exactas

Luis A. Aguilar Chiu
José Jorge Aranda Gómez
Bernardo José Luis Arauz Lara
Antoine Badan Dagon
Nora Eva Bretón Báez
Antonio Campero Celis
Eduardo Guillermo Delgado Lamas
Juan Carlos D'Olivo Saez
Jesús Gerardo Dorantes Dávila
Judith I. Guzmán Rincón
Andrés Hernández Aranda
Peter Otto Hess Bechstedt
Alejandro Illanes Mejía
Eugenio Ley-Koo
Gabriel López Castro
Vicente Mayagoitia Vásquez
Bogdan Mielnik Manwelow
Eduardo Nahmad Achar
Benjamín Ortiz Mendoza
Lourival Domingos Possani Postay
Alfonso Rosado Sánchez
Lena Ruiz Mejía
Max Suter Cargnelutti
José Aurelio Villaseñor Alva

Area de Ciencias Naturales

Edmundo Calva Mercado
Jorge Etcheves Barra
Beatriz Fuentes Pardo
Agustín López Munguía Canales
Olga Olvera Ramírez
Alfredo Ortega Rubio
Patricia Ostrosky Shejet
Ranulfo Romo Trujillo
Jorge Vázquez Ramos

Area de Ciencias Sociales

Agustín Escobar Latapí
Vania Affonso de Almeida Tormin de Salles
Nestor García Canclini
Susana Lerner Sigal
León R. Olivé Morett
José Sanfilippo Borrás
Francisco Zapata Schaffeld
Carlos Viesca Treviño

En lo que respecta al Premio Weizman 1990, este es otorgado anualmente por la Sociedad de Amigos del Instituto Weizman de Israel a las mejores tesis doctorales realizadas en México. Los premiados fueron los siguientes:

Area de Ciencias Exactas

Yu Tang
Alberto Marcial Vela Amieva
Alejandro Viscarra Rendón

Area de Ciencias Naturales

Rogelio Arellano Ostoa
Pedro Julio Collado Vides
Luis Fernando Covarrubias Robles

Finalmente el licenciado Manuel Bartlett Díaz declaró inaugurado el nuevo año académico de la AIC.

Instalado el nuevo Consejo de Investigación y Estudios de Posgrado

Como resultado de un proceso electoral entre investigadores pertenecientes a la Universidad Autónoma de Puebla se eligió a los nuevos miembros integrantes del Consejo de Investigación y Estudios de Posgrado (CIEP), quienes rindieron su protesta ante el rector de esta institución Lic. José Dóger Corte.

El CIEP así como la Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado (SIEP) fueron creadas durante el segundo periodo rectoral del Lic. Alfonso Vélez Pliego con el fin de planear, coordinar, evaluar y normar los planes, programas y políticas de desarrollo del sector de la investigación y el posgrado. Hasta antes de esta

Esbozo curricular de los nuevos miembros del CIEP

Nombre	Licenciatura	Título máximo obtenido
Elías López Cruz	Física ECFM, Universidad Autónoma de Puebla	Doctor en Ciencias (Física) Centro de Investigación y de Estudios Avanzados
José Luis Carrillo Estrada	Física ECFM, Universidad Autónoma de Puebla	Doctor en Ciencias (Física) Universidad Nacional Autónoma de México
María Eugenia Mendoza Alvarez	Química ECQ, Universidad Autónoma de Puebla	Doctor en Ciencias (Química) Universidad de Ginebra, Suiza
Hugo Navarro Contreras	Físico EF, Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Doctor en Filosofía (Ph. D) Universidad de Mc Master, Canadá
Fernando Ríos Gutiérrez	Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica ESIME, Instituto Politécnico Nacional	Maestro en Ciencias (Instrumentación Electrónica) Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
Miguel Angel Cuenya Mateos	Historiador FFH, Universidad Nacional de Córdoba, Arg.	Maestro en Historia Universidad Autónoma Metropolitana
Agusín Grajales Porras	Historiador EFL, Universidad Autónoma de Puebla	Doctorado en Demografía Universidad de Montreal, Canadá
Roberto Vélez Pliego	Economista EE, Universidad Autónoma de Puebla	Maestría en Artes (Historia) Universidad de Chicago, EUA
Guillermina Sosa Iglesias	Químico farmacobióloga ECQ, Universidad Autónoma de Puebla	Maestría en Ciencias (Microbiología) Instituto Politécnico Nacional
Eduardo Lobato Mendizábal	Médico, cirujano y partero EM, Universidad Autónoma de Puebla	Especialista en Hematología Hospital Universitario de Puebla, UAP

acción no existían en la UAP reglamentos y normas para este sector que garantizaran una correcta planeación de programas de estudios, se carecía de los mecanismos adecuados para abrir nuevas opciones de posgrado con la consecuente falta de calidad académica; la anarquía en parte considerable del sector, convivía con grupos de excelencia en los que se trabajaba con los criterios tradicionales en la ciencia y la tecnología.

Durante el siguiente periodo rectoral de Samuel Malpica se desconoció y boicoteó de manera sistemática la existencia del CIEP con lo que prácticamente se dio un retroceso notable en el desarrollo previsto y en la inercia de crecimiento con la que venía trabajando el CIEP.

Cabe señalar que en el ámbito nacional la UAP ocupa un lugar de primer orden en el renglón de ciencia y tecnología con una presencia del 16.9% entre los

miembros del Sistema Nacional de Investigadores, con lo cual es la primera institución que posee el mayor número de investigadores SNI fuera del D.F. y superada tan sólo por instituciones de carácter nacional con recursos financieros marcadamente superiores.

El actual CIEP está integrado por 4 consejeros representantes del área de ciencias naturales, 1 consejero representante de tecnología y ciencias aplicadas, 4 por el área de ciencias sociales, y 2 por el área de la salud.

Del total del 10 miembros pertenecientes al CIEP, 7 de ellos forman parte de los nuevos cuadros que la propia UAP ha formado desde las escuelas profesionales y que posteriormente han salido a otras instituciones para realizar educación de posgrado, con lo que la universidad ha mejorado su calidad académica. La mitad de los integrantes del CIEP obtuvo sus doctorados en lugares de prestigio internacional.

Dóger Guerrero, Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado en la UAP

Desde el pasado 7 de noviembre de 1990 el nuevo titular de la Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado (SIEP) de la UAP es el maestro en ciencias Enrique Dóger Guerrero quien fue nombrado por el rector de la máxima casa de estudios, lic. José Dóger Corte, en sustitución del doctor Elías López Cruz quien se desempeñó en dicho cargo durante la administración interina del contador Eduardo Jean Pandal.

El maestro Dóger Guerrero se tituló como médico, cirujano y partero en la Escuela de Medicina de la UAP, posteriormente realizó una maestría en ciencias fisiológicas en el Departamento de Fisiología del Instituto de Ciencias de la misma institución.

Fue secretario académico y luego coordinador del departamento de investigación aludido hasta el pasado mes de noviembre en que tomó posesión como Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado.

Ha desarrollado trabajo docente en escuelas preparatorias y profesionales de la UAP, además ha sido ponente en congresos internacionales de fisiología.

El inicio de su gestión ha estado orientado a recuperar la institucionalidad y el apoyo a los organismos encargados de efectuar las políticas correspondientes en el seno de la universidad.



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

VII COLOQUIO DE MATEMÁTICAS

Informes:

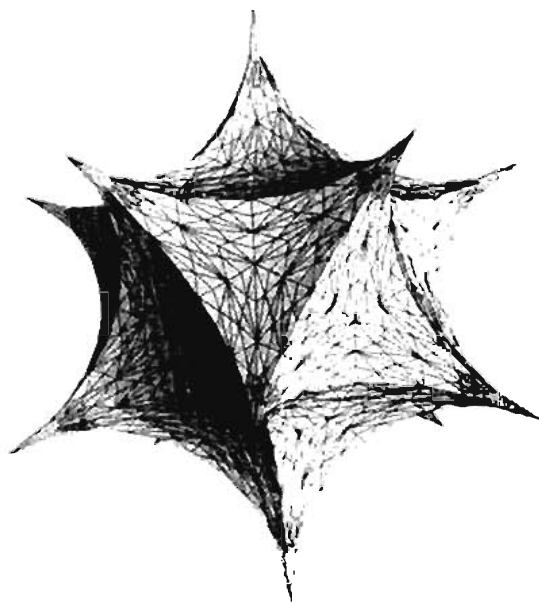
VII COLOQUIO DEL
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE
ESTUDIOS AVANZADOS DEL I.P.N.
APARTADO POSTAL 14-740
07000 MÉXICO, D. F.

Teléfonos:

Directo: 754-44-66
Conmutador: 754-02-00 y 752-06-77
Extensiones: 4103, 4104, 4105 y 4106
Telefax: 586-65-64

COSTO POR PARTICIPANTE:

1).- Alimentación	\$ 693, 000.00
2).- Hospedaje:	\$ 682, 500.00
3).- Cuota de inscripción	\$ 1, 254, 500.00
TOTAL	\$ 2, 630, 000.00



Matemáticas: Teoría y Aplicaciones en Ingeniería y Ciencias Biomédicas

Julio-Agosto de 1991

DURACIÓN:

Del 29 de Julio al 16 de Agosto de 1991.

LUGAR:

Centro Vacacional del I.M.S.S., La Trinidad, Tlaxcala.

ACTIVIDADES ACADÉMICAS:

CURSOS:

Los cursos tienen 3 niveles: elemental, intermedio y avanzado y van dirigidos a profesores de nivel superior, especialmente de ingeniería y ciencias, de las diversas Universidades e Institutos Tecnológicos del país, así como a estudiantes intermedios de la Licenciatura en Matemáticas.

a).- Cursos Largos:

- 1).- Problemas de Contorno No Lineales Hiperbólicos (Avanzado).
Dr. Francisco Casillio Aranguren (Academia de Ciencias de Cuba y Profesor invitado del CINVESTAV).
- 2).- Álgebra Lineal y Multilineal (Elemental).
Dra. Maria Rzedowski Calderón (CINVESTAV).
- 3).- Introducción a la Teoría Estadística (Intermedio).
Dr. Rolando Cavazos Cadena (Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Saltillo Coahuila).
- 4).- Teoría de Ecuaciones Polinomiales (Avanzado).
Dr. Fernando Barrera Mora (Escuela Superior de Física y Matemáticas del I.P.N.).
- 5).- Aplicaciones de las Matemáticas a la Biología (Intermedio).
Dra. Catherine García Reimbert (I.I.M.A.S. de la U.N.A.M.).
- 6).- Cálculo Tensorial (Intermedio).
Dr. K. H. Bhaskara (CINVESTAV).
- 7).- Métodos de Análisis Matemático para Aplicaciones (Intermedio).
Dr. Ismael Muñoz Maya (CINVESTAV).
- 8).- Modelos Matemáticos en la Biología (Elemental).
Dr. Wiesław Szlenk (Universidad de Varsovia, Polonia).

b).- Cursos Cortos:

- 1).- Solución Numérica de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (Avanzado).
Dr. Henrik Nordmark (CINVESTAV).
- 2).- Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (Intermedio).
Dr. Jorge A. Esquivel Ávila (CINVESTAV).
- 3).- Una Nueva Teoría de Funciones con Aplicaciones a la Física (Intermedio).
Dr. Enrique Ramírez de Arellano (CINVESTAV).
- 4).- Integración en Varias Variables (Elemental).
Dr. Luis Manuel Tovar Sánchez (Escuela Superior de Física y Matemáticas del I.P.N.).

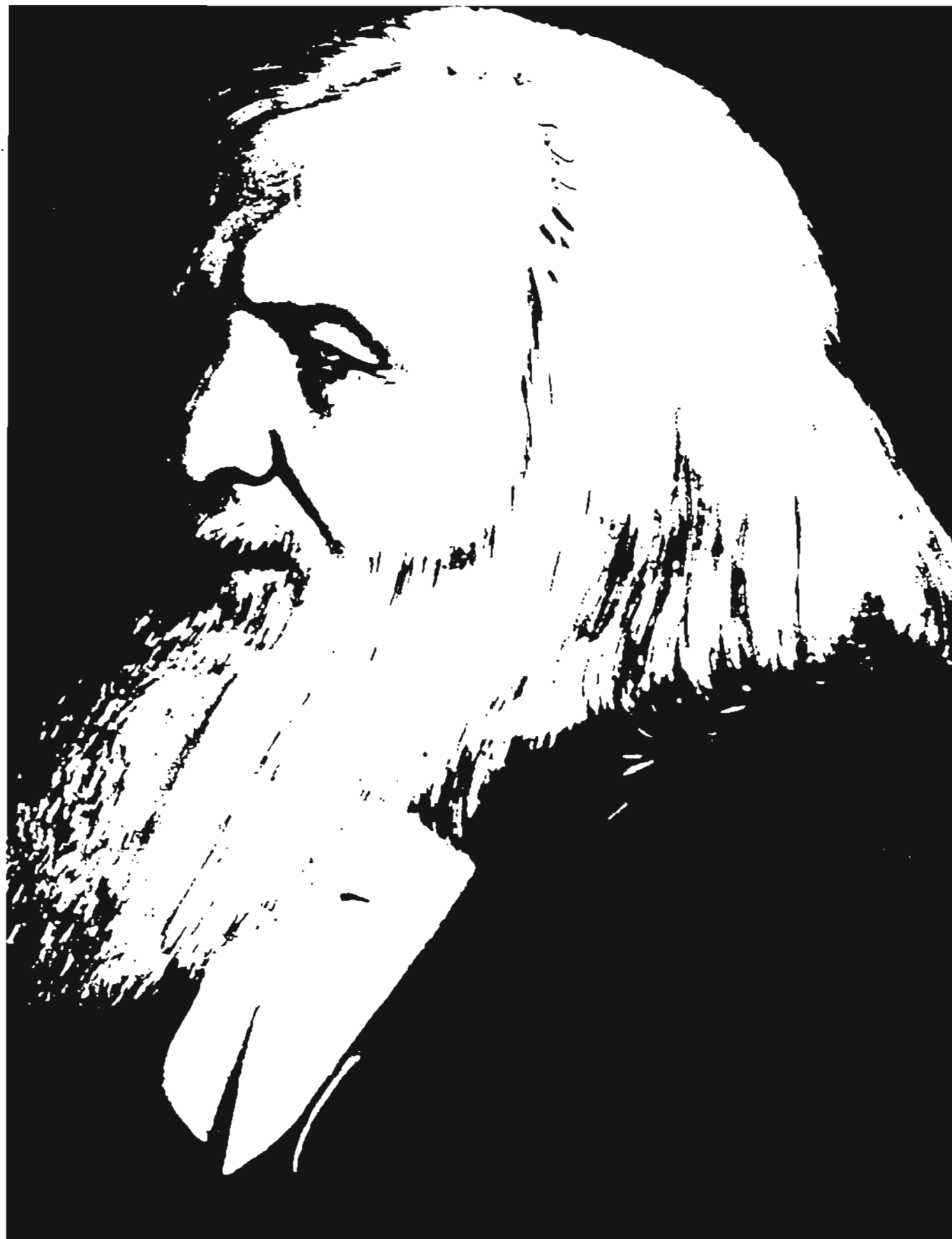
TALLER DE INVESTIGACIÓN:

Del 5 al 9 de Agosto de 1991 se llevará a cabo el Taller sobre Estimación y Control Estocástico a cargo del Dr. Osémar Hernández-Lerma (CINVESTAV). En el Taller participará el grupo de Investigación en Estimación y Control Estocástico y también se contará con la participación de conferencistas invitados, incluyendo 7 especialistas de Estados Unidos, 4 de Europa, 2 de América Latina y 7 de México que no pertenecen al CINVESTAV.

CONFERENCIAS GENERALES:

Durante el Coloquio se llevarán a cabo diariamente, de lunes a viernes, conferencias organizadas por el Dr. Luis Gabriel González, profesor del Departamento de Matemáticas del CINVESTAV e impartidas por especialistas de las diversas áreas de la matemática. El objetivo principal de esas conferencias es que los participantes al coloquio, mayoritariamente profesores de ingeniería de los diversos Institutos Tecnológicos y Universidades del país, interactúen y efectúen intercambios de opinión con varios investigadores de alto prestigio nacional e internacional. Las conferencias son de divulgación y están diseñadas para el máximo aprovechamiento de los asistentes.

Nota: La información contenida en este cartel es provisional y sujeta a cambios de último momento. Se está solicitando ayuda económica a diversos organismos por lo que es posible que se disponga de algunas becas.



Д.И.МЕНДЕЛЕЕВЫМ

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА																			
I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		 Периодический закон открыт Д. И. МЕНДЕЛЕЕВЫМ в 1869 году			
1	(H)											1	H	2	He				
2	Li	3	Be	4	B	5	C	6	N	7	O	8	F	9	Ne				
3	Na	11	Mg	12	Al	13	Si	14	P	15	S	16	Cl	17	Ar				
4	K	19	Ca	20	Sc	21	Ti	22	V	23	Cr	24	Mn	25	Fe			26	Ni
5	Rb	37	Sr	38	Y	39	Zr	40	Nb	41	Mo	42	Tc	43	Ru			44	Pd
6	Cs	55	Ba	56	La	57	Hf	72	Ta	73	W	74	Re	75	Os			76	Pt
7	Fr	87	Ra	88	Ac	89	Ku	104		105									
■ s-элементы ■ p-элементы ■ d-элементы ■ f-элементы Числовые последние значащие цифры ±1 или ±3 (если указана масса атома). В квадратных скобках приведены массовые числа наиболее устойчивых изотопов.																			
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu						
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71						
ЦЕРИЙ	ПРАЗЕОДИЙ	НЕОДИМ	ПРОМЕТЕЙ	САМАРИЙ	ЕВРОПИЙ	ГАДОЛИНИЙ	ТЕРБИЙ	ДИСПРОЗИЙ	ГОЛЬМИЙ	ЭРБИЙ	ТУЛИЙ	ИТТЕРБИЙ	ЛЮТЕЦИЙ						
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr						
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103						
ТОРИЙ	ПРОТАКТИНИЙ	УРАН	НЕПУТОНИЙ	ПЛУТОНИЙ	АМЕРИЦИЙ	КЮРИЙ	БЕРКЛИЙ	КАЛИФОРНИЙ	ЭЙНШТЕЙНИЙ	ФЕРМИЙ	МЕНДЕЛЕВИЙ	НОБЕЛИЙ	(ЛОУРЕНСНИЙ)						