

El impulso de la física

Desde inicios del siglo XX, y hasta fines de la década de los treinta, no hubo en México una comunidad de científicos dedicados a la investigación en física.

Con motivo del cambio de siglo, en diversos ámbitos de la cultura mexicana ha surgido determinado interés por realizar un balance de los logros de los recientes cien años. Las ciencias, y en particular la física, no han permanecido ajenas a esa inquietud. Ejemplo de ello son por ahora tres documentos (Menchaca, 2000; López de Haro, 2000; Ley-Koo, en prensa) escritos recientemente, en que se revisan aspectos de la evolución, la situación actual y las perspectivas de esta rama de la ciencia en México. En este artículo me interesa hacer un breve resumen de esos resultados, analizar críticamente la repercusión de la física mexicana a nivel nacional y mundial y concluir con una discusión sobre los problemas que enfrenta esta ciencia en México al iniciar el milenio.

Desde principios del siglo XX y prácticamente hasta fines de la década de los trein-

Arturo Menchaca Rocha

Prieto, Valentín Gama y Joaquín Gallo, quienes fueron docentes en la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y en la Escuela de Ingenieros (EI). Cabe recordar que la Universidad Nacional y Pontificia había sido cerrada por Benito Juárez en 1861, y que no fue sino hasta 1910 cuando Porfirio Díaz decretó la creación de la Universidad Nacional de México, reuniendo en ella (entre otras) a la propia ENP (creada por Benito Juárez), a la EI y a la Escuela de Altos Estudios, donde también se estudiaría física.

Por esas épocas los entusiastas de la ciencia se congregaban alrededor de la Academia Antonio Alzate, creada en 1878 y elevada al rango de Academia Nacional de Ciencias en 1930 por Pascual Ortiz Rubio. No fue sino hasta 1934 cuando Manuel Gómez Morín, entonces rector de la UNAM (autónoma desde 1929), promovió la creación de la primera Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, reconociendo así la necesidad de formar profesionales de la física en el país. Tres años después, la nueva facultad inició actividades bajo la dirección de Ricardo Monges López, quien por esas épocas propuso la creación del primer Instituto de Investigación en Ciencias Físicas y Matemáticas. Con tal acción no sólo reco-

ta, no hubo en México una comunidad de científicos dedicados a la investigación en física. Lo que sí encontramos desde inicios del siglo son destacados profesores de física que seguían con interés el desarrollo mundial de esa ciencia, entre ellos Sotero

noció la necesidad de realizar investigación en el área, sino que dio inicio a la categoría de investigador en física. En 1939, con la inclusión de un Departamento de Biología, la facultad pasó a llamarse “de Ciencias”, sin apellidos, y el instituto se fisionó, creándose los actuales Institutos de Física y de Matemáticas. Entonces había muy pocos mexicanos merecedores del nivel de investigador; entre ellos destaca Manuel Sandoval Vallarta. Este notable mexicano, quien de muy joven tomó cursos con Sotero Prieto, realizó una brillante carrera de investigación en el extranjero, llegando a ocupar el puesto de profesor del Instituto Tecnológico de Massachusetts, donde tuvo como alumnos a Alfredo Baños, primer director del Instituto de Física de la UNAM, y a Carlos Graef Fernández, fundador, en 1951, de la Sociedad Mexicana de Física. Otro alumno de Sandoval fue Marcos Moshinsky, el físico mexicano más notable de la segunda mitad del siglo XX y primer director de la *Revista Mexicana de Física*, en 1953, y uno de los fundadores, en 1961, de la Academia de la Investigación Científica, nuestra actual Academia Mexicana de Ciencias (AMC). Estos hechos e individuos sirvieron de catalizadores para el crecimiento sostenido (Menchaca, 2000; López de Haro, 2000) y organizado de la física mexicana durante la segunda mitad del siglo XX. Una descripción más detallada de la historia, en que se mencionan las aportaciones de otros notables pioneros de la física mexicana, puede encontrarse en las referencias de Menchaca, 2000, y Ley-Koo, 2000.

Hoy hemos pasado de dos a más de 40 centros dedicados a la investigación o a la formación de recursos humanos en

física, y en estas instituciones se han formado cerca de cuatro mil físicos. El *Catálogo Iberoamericano de Programas y Recursos Humanos en Física* que publica la Sociedad Mexicana de Física (SMF) (Murrieta Sánchez, 2001), da cuenta de la ubicación actual del

50% de los miembros de esta comunidad, cuyas actividades están ligadas a la docencia en física. Esta evolución acelerada, que multiplica por veinte el número de instituciones y por mil el número de físicos, muestra los extraordinarios logros en el seno de esta comunidad científica, la segunda más numerosa (luego de las ciencias biomédicas) del país. Otro dato interesante es que actualmente se cuenta en México con unos mil doctores en física (Pérez Angón y Torres Vega, 1998), la mitad de los cuales ha obtenido ese grado en universidades nacionales, lo que demuestra la madurez del sistema.

La comunidad de físicos se encuentra organizada alrededor de la SMF, la cual está distribuida por especialidades como Física Nuclear, Partículas y Campos, Dinámica de Fluidos, Instrumentación y Metrología, Física Atómica y Molecular, Gravitación y Física Matemática, Física Médica y Física Estadística. Además de la *Revista Mexicana de Física* (bimestral), de circulación internacional, la SMF publica un *Boletín* trimestral con noticias de la comunidad y el ya mencionado *Catálogo Iberoamericano de Programas y Recursos Humanos en Física* (Murrieta



En 1934 Manuel Gómez Morín promovió la creación de la primera Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas



En las primeras décadas del siglo XX había muy pocos mexicanos mercedores del nivel de investigador en física

Sánchez, 2001), que muestra datos de México y de varios países de la región. La SMF organiza un congreso anual de física, y cada división lleva a cabo uno o más actos independientes o tiene sus propios centros (congresos, escuelas, etc.). Algunas de las ramas de esta ciencia tienen sus propias organizaciones, como la Academia Mexicana de Óptica y las Sociedades Mexicanas de Ins-

trumentación, de Divulgación de la Ciencia y la Técnica, y otras. A lo anterior debe agregarse, por supuesto, la Sección de Física de la propia AMC.

Otro esfuerzo muy importante, en este caso a favor del desarrollo de la cultura científica en México, se debe en buena medida a la dedicación de físicos como Jorge Flores Valdés, a través de iniciativas como los Domingos en la Ciencia, a cargo de la AMC, y programas afines, así como a la creación de museos de ciencia como el Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad, Universum y el Museo de la Luz, de la UNAM, y Papalote Museo del Niño, por mencionar algunos. En esta misma línea encontramos el esfuerzo editorial de la colección La Ciencia para Todos a cargo del Fondo de Cultura Económica, que hoy cuenta con cerca de 200 títulos. Lo anterior sin menospreciar la aportación editorial individual de muchos otros físicos, que ha resultado en un importante acervo de libros de texto, la mayoría con alta calidad educativa y técnica.

Gracias a lo anterior, el nivel de la educación en física que recibe la juventud mexicana mejoró enormemente, especialmente en los pasados 50 años. Hoy es común encontrar físicos impartiendo clases en muchos planteles del país en los niveles medio y superior, y aun en el primario. En mi opinión, éste es uno de los principales logros de la física mexicana del siglo XX.

Un análisis detallado de la situación en cuanto a la investigación científica también permite ver que se ha dado cierta diversificación creciente respecto a los temas de estudio en México, pasando de un dominio de temas de física nuclear básica, en los años cincuenta, a una era en que los estudios en ciencia aplicada, como la investigación de propiedades de nuevos materiales y la óptica, son mayoritarios. Otras áreas con desarrollo notable son las relacionadas con la física estadística, el estudio sobre medios continuos, la física de radiaciones, la física de altas energías y, recientemente, la física médica. Todo esto sin menosprecio del desarrollo en temas más tradicionales como el estado sólido y la física atómica y nuclear, que siguen siendo importantes. Cabe agregar que, gracias a la influencia de Marcos Moshinsky, la física matemática encuentra en México un desarrollo singular. En cada uno de estos temas encontramos descubrimientos de mexicanos que representan contribuciones notables a la ciencia mundial, tanto por su calidad como por su repercusión. Una descripción detallada de cada uno de esos logros,

aun de los más destacados, sería imposible en este espacio, dada su complejidad técnica. Baste mencionar que un número no despreciable de físicos mexicanos han sido distinguidos con los reconocimientos nacionales e internacionales más importantes que se conceden en ciencia.

Más allá de lo logrado por los físicos en aspectos educativos así como en investigación básica y en divulgación de la ciencia, su presencia ha sido definitiva en la búsqueda de soluciones para los grandes problemas del país. Ejemplo de ello es la labor de físicos en el Instituto Mexicano del Petróleo, principalmente en el trabajo de temas relacionados con la fisicoquímica y la mecánica estadística, en que se ataca todo tipo de problemas de la industria petrolera, desde la prospección y extracción hasta lo referente a la industria petroquímica. Los físicos nucleares mexicanos también han tenido influencia decisiva tanto en aspectos energéticos tales como la aplicación de técnicas nucleares a numerosos problemas, que van desde el manejo de fuentes de radiación en hospitales y la planeación de tratamientos hasta aplicaciones industriales de irradiación e investigación de fallas en estructuras. De hecho, hoy en día es difícil encontrar una familia mexicana en que alguno de sus miembros no haya estado, directa o indirectamente, bajo la responsabilidad de un físico, ya sea en la supervisión de la calidad de operación del equipo de rayos X de su médico o de su dentista, o en la planeación de tratamientos médicos más complejos.

Abundan los ejemplos no médicos de la aportación de nuestros físicos. Algunos ejemplos incluyen su participación en la elaboración de normas para la manufactura de varillas antisísmicas para edificios; en la producción de cables submarinos para comunicaciones; en la producción de pinturas más resistentes; en la elaboración de normas muy precisas (isotópicas) para certificar el origen de brandis y de tequilas; en el desarrollo de nuevos materiales para varias industrias; en la producción de isótopos radiactivos de vida media y corta para la evaluación y control de variables ambientales; en investigaciones dedicadas a la mejora de alimentos básicos a través de su irradiación; en el estudio de propiedades de la tortilla de maíz con el propósito de mejorar y simplificar su producción, etcétera.

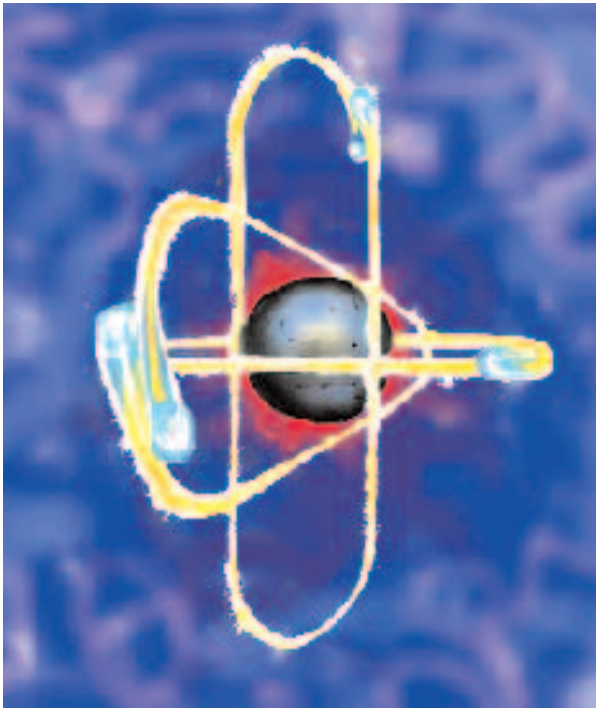
El desarrollo de la física en México sigue enfrentando muchos retos, algunos de los cuales son ya evidentes en las estadísticas mencionadas al principio de este artículo. Por ejemplo, el que la mitad de los miembros de esta comunidad se encuentre ubicada en el sector docente y de investigación

habla de un bajo nivel de ocupación de físicos en sectores no educativos. El ejemplo básico y común en estas comparaciones es los Estados Unidos, donde 75% de los físicos trabaja fuera del medio académico. Si bien es difícil, y hasta peligroso, compararse con el primer mundo, es innegable que México tiene dificultades para captar este tipo de recursos humanos en sectores tan obvios como el público (no académico) o el productivo, o ambos, que serían la fuente natural de empleo si nuestro país fuera tecnológicamente competitivo. De hecho, esta falta de demanda es en sí misma un claro indicador de subdesarrollo. Como hemos visto, no es que México sea un país en el que escaseen los problemas accesibles a sus físicos, sino que quien toma la decisión de resolverlos (a nivel gubernamental o privado) no siempre conoce las capacidades de estos científicos. Otro factor obvio es la falta de decisión política (en el caso del gobierno) o de visión de largo plazo (en el caso del sector privado) en la solución de problemas.

Hoy hemos pasado de dos a más de 40 centros dedicados a la investigación o a la formación de recursos humanos en física

Algunos administradores públicos, para quienes los problemas requieren simplemente una solución de corto plazo, siempre dentro de su gestión, encuentran más fácil imitar acciones adoptadas en otros países, recurriendo directamente a las mismas empresas (extranjeras) que desarrollaron la solución. Ejemplo de esto son las medidas que

Actualmente se cuenta en México con unos mil doctores en física; la mitad de ellos ha obtenido ese grado en universidades nacionales



se toman respecto a problemas como la criminalidad, en que se compran en el extranjero desde los chalecos antibalas y los materiales para blindaje de vehículos, hasta los programas de análisis balístico, de composición elemental de pistas, de reconocimiento de huellas. Todas estas técnicas están al alcance de científicos e ingenieros mexicanos. Otro elemento contrario al desarrollo de la tecnología local son los cambios de política. Por ejemplo, gracias a una atrevida iniciativa tomada hace casi 40 años, México adquirió un reactor nuclear para la producción de isótopos radiactivos de uso médico e industrial. Con este instrumento se produjeron regularmente materiales durante 30 años, lo que representó un considerable ahorro de divisas. Sin embargo, por falta de presupuesto y por cambios de mando en la institución responsable, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, hoy se han dejado de producir esos materiales.

En cuanto al medio empresarial, para la mayoría de las industrias la inversión en investigación y desarrollo tecnológico representa un riesgo a largo plazo, que además es visto como un lujo de los grandes consorcios, frecuentemente extranjeros. Resulta difícil ver que la compra de tecnología crea ciclos de dependencia y falta de competitividad comercial, pues la empresa nacional termina comprando el *know-how* a sus enemigos comerciales. Afortunadamente, hay excepciones notables a esta regla, como una conocida empresa de pinturas mexicana que hoy domina el mercado nacional gracias, entre otras cosas, a su visión de montar un instituto de investigación propio que incluye físicos del más alto nivel académico.

En el campo de la investigación básica hay también muchos retos. Como hemos visto, este grupo ha sido el motor en la generación de recursos humanos y en la institucionalización de acciones a favor de la ciencia en México. Sin embargo, el apoyo económico brindado a la comunidad física mexicana, a través de las agencias de financiamiento, notablemente el Conacyt, es escaso y los parámetros más utilizados en la asignación (publicaciones y citas) favorecen a los proyectos de corto alcance sobre aquellos más ambiciosos, que involucran un riesgo y largos periodos sin publicar. Esto es particularmente grave en el caso de la física experimental, cuyos costos son mayores, y cuyos productos son, en el mejor de los casos, iguales en número a los de la física teórica. Poco importa el hecho de que es precisamente la ciencia

experimental la que genera los recursos humanos cuyo perfil está más estrechamente relacionado con el desarrollo tecnológico, es decir, aquellos que aprenden a manejar y a crear instrumentos de gran complejidad. De hecho, el dominio de la investigación teórica sobre la experimental, en física, es un problema que puede tomarse como índice de subdesarrollo, particularmente en Iberoamérica, donde la influencia conquistadora impuso la idea de que el trabajo manual es inferior al “puramente” intelectual. No es sorprendente que sean los países nórdicos, que privilegian el trabajo físico, donde ha florecido la tecnología. Ocasionalmente, en México se dan soluciones paliativas a este problema a través, por ejemplo, de convocatorias a proyectos millonarios de infraestructura a los que, sin embargo, no les sigue un apoyo sostenido. Este fenómeno, llamado “pasteurización de la ciencia” por Pablo Rudomín, frecuentemente causa más daño que progreso, pues los apoyos a medias pueden ser muy frustrantes para la comunidad.

Finalmente, la educación en física tampoco está exenta de problemas. A pesar de los esfuerzos por allegar temas de ciencia a la juventud mexicana de manera regular, prevalece la percepción de que las ciencias exactas son oscuras y difíciles de comprender. Parte de este problema se debe a que en México la investigación en técnicas educativas, particularmente en lo referente a ciencias exactas, es prácticamente inexistente. El que cada vez haya más físicos dando clases no basta, si su currículum no incluye aspectos pedagógicos. Para enseñar no es suficiente tener conocimientos; hay que saber impartirlos. El que los físicos no reciban instrucción pedagógica también revela el hecho de que las carreras de física en el país están enfocadas a generar investigadores, dejando a la labor educativa en segundo plano. La misma jerarquía se encuentra en los sistemas de evaluación en el ambiente científico: enseñar es importante, pero quien no publica, muere. Curiosamente, la historia relatada al inicio de este artículo habla del impulso dado a esta ciencia por grandes profesores quienes, de vivir en nuestra época, quedarían fuera de la mayor parte de los programas de estímulo, como de hecho ocurre con algunos de los mejores maestros de física del país, por la carencia de un Sistema Nacional de Maestros.

BIBLIOGRAFÍA

Ley-Koo, E. (en prensa), “Sesenta años de ciencias físico-matemáticas en la UNAM”, en J. Blanco (coord.), *La*

En varias ramas de la física descubrimientos de mexicanos representan contribuciones notables a la ciencia mundial

UNAM, *su estructura, sus aportes, su futuro*, México, Fondo de Cultura Económica.

López de Haro, M. (coord.) (2000), *Foros: Diagnóstico de la física en México*, México, Academia Mexicana de Ciencias/Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia/Conacyt.

Menchaca, A. (coord.) (2000), *Las ciencias exactas en México*, México, Fondo de Cultura Económica/Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Biblioteca Mexicana, Serie Ciencia.

Murrieta Sánchez, H. (comp.) (2001), *Catálogo Iberoamericano de Programas y Recursos Humanos en Física, 2000-2001*, México, Sociedad Mexicana de Física/Federación Latinoamericana de Sociedades de Física.

Pérez Angón, M. Á., y G. Torres Vega (1998), “La física mexicana en perspectiva: 1986-1996”, *Interciencia*, vol. 23, pp. 163-175.

Arturo Menchaca Rocha es doctor en física, cuya especialidad es la física nuclear experimental, tema en el que realiza investigaciones y ha publicado numerosos trabajos en revistas internacionales. En 1997 recibió el Premio de la Investigación Científica de la Sociedad Mexicana de Física. Actualmente se desempeña como investigador titular en el Instituto de Física de la UNAM.