

La física en la UNAM

Jorge Flores y Matías Moreno

El desarrollo de una nación se mide por el interés de sus gobiernos por la ciencia. El saber científico es la clave para expandir nuevos ámbitos de investigación. Los doctores Jorge Flores y Matías Moreno se lanzan a la tarea de documentar y difundir el crecimiento de la física desde los albores de la Universidad Nacional hasta nuestros días. Gracias a su labor, podemos conocer los inicios de esta rama del conocimiento en nuestro país desde la creación del Instituto de Física en 1938.

LA FÍSICA EN EL PALACIO

PRIMERA ÉPOCA DEL INSTITUTO DE FÍSICA DE LA UNAM

El Instituto de Física de la UNAM se creó en 1938. Ocupaba en aquel entonces sólo un gran salón del Palacio de Minería, sede de la Escuela Nacional de Ingenieros. El Palacio, bello edificio diseñado por el arquitecto valenciano Manuel Tolsá en el siglo XVIII, se construyó para alojar a la Escuela de Minas, centro de ciencias serio que, tal vez, fue el mejor en América durante la época colonial. Al final de ese siglo, trabajaron ahí dos científicos notables, Fausto D'Elhuyar, descubridor del tungsteno, y Andrés María del Río, quien encontró un nuevo elemento químico, que él llamó eritronio por ser rojizo. Proveniente de un país carente de tradición científica, el descubrimiento de Del Río se enfrentó a todo tipo de sospechas y no fue reconocido. El eritronio fue redescubierto en Suecia treinta años después y por ello se le conoce como vanadio, en honor a una diosa de la mitología escandinava.

SE CREA LA UNIVERSIDAD NACIONAL

El XIX fue para México en muchos sentidos un siglo perdido para el desarrollo de las ciencias físicas. El perpetuo estado de zozobra militar, política y económica de México entre 1810 y fines del siglo XIX logró destruir la endeble infraestructura tecnológica construida en el siglo anterior, con la pequeña autonomía que la decadencia española permitió. A manera de ejemplo recordemos que desaparecieron las escuelas de artes y oficios y la Universidad de México fue aniquilada por ser inútil y nociva para la nación. Estos pilares de la cultura novohispana fueron barridos por sus obvias conexiones con el ala conservadora sin medir las consecuencias y sin que hubiera alternativas promovidas por los liberales. La Universidad, junto con el Imperio Español, había sufrido un anquilosamiento y declive que la hicieron dispensable. Fue sólo con el triunfo liberal juarista y la consolidación porfiriana que se hicieron algunos esfuerzos por reparar los daños, primero con la creación de las Escuelas Nacionales y de los Colegios Civiles y, en una escala

mucho menor, con la fundación del Observatorio Astronómico Nacional en 1867.

La recreación de la Universidad de México, lograda por Justo Sierra en las postrimerías del régimen de Porfirio Díaz, intentó corregir uno de los mayores desaciertos del siglo XIX. Entre las propuestas de Justo Sierra más interesantes está la Universidad como un proyecto nacional. Esto recoge en buena medida el desarrollo educativo napoleónico cuando se crearon las *Grandes Écoles*. Se contrarrestaban en Francia así los defectos y limitaciones de las universidades tradicionales para llevar a cabo el proyecto revolucionario, integrando la educación a un proyecto de Estado.

Tres elementos esenciales en el proyecto de Justo Sierra fueron: la excelencia académica, la libertad de cátedra y la relativa autonomía de la Universidad ante el poder público. Estas ideas, hoy en día vigentes, serían discutidas, revisadas, atacadas y afinadas una y otra vez durante los años que siguieron a la refundación de la Universidad. El pecado original de haber sido creada en el ocaso del Porfiriato fue pagado con creces durante la primera mitad del siglo pasado. La Universidad Nacional de México, cuya ley fue aprobada por el Congreso de la Unión el 26 de mayo de 1910 en pleno centenario de la Independencia, fue inaugurada el 22 de septiembre del mismo año, sólo unos meses antes del inicio de la Revolución mexicana. La Universidad había sido un anhelo de los intelectuales durante varias décadas previas a su fundación.

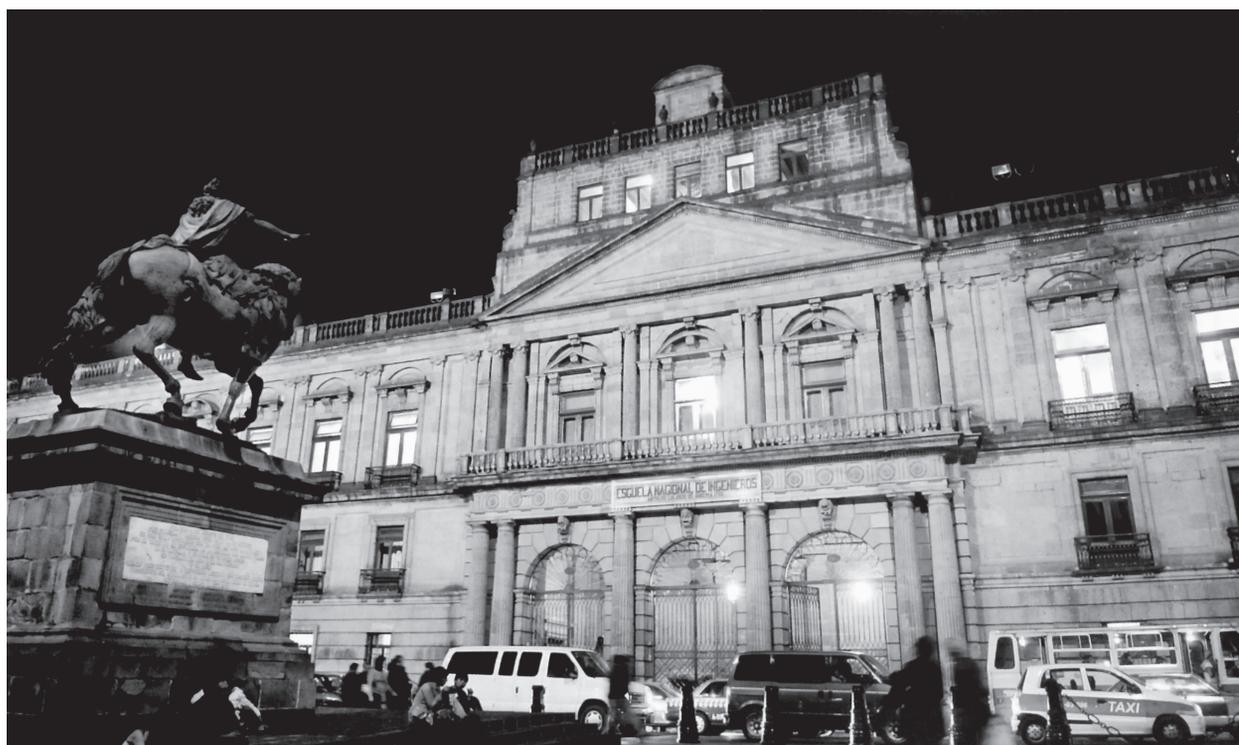
La concepción de Sierra dejaba en claro que la nueva Universidad debería tener un alma científica y un carácter social progresista. La vieja Real y Pontificia Universidad de México —de la Ciudad de México, que no

de la Nueva España— no era, de acuerdo con Sierra, “el antepasado, sino el pasado” del nuevo proyecto. La nueva Universidad debería construir la ciencia que defendiera a la patria.

A pesar de esta clara concepción, la Universidad sufrió los embates de los vaivenes revolucionarios. No importó la claridad de ideas de muchos de sus dirigentes; las ideas de Sierra hicieron corto circuito con las tendencias despóticas de los sucesivos gobiernos. La libertad de pensamiento era un jarabe difícil de tragar para el poder; al mismo tiempo exigía a la joven Universidad sometimiento ideológico y la producción de técnicos de todo nivel. La Universidad fue (y sigue siendo) presa del oportunismo político y así las luchas entre facciones políticas se reproducían en su interior. Tanto para declararla autónoma en 1929, como para recibir la autonomía económica en 1932, la negociación con el poder en turno fue (y sigue siendo) la divisa universitaria. Pocas épocas de relaciones constructivas y de respeto con el poder conoció la Universidad. Una de ellas fue la del rector Luis Chico Goerne, amigo del presidente Lázaro Cárdenas; una más, la del rector Gustavo Baz Prada en la que se reestructuró, modernizándola, la organización académica de la Universidad.

LOS PRIMEROS AÑOS DEL INSTITUTO DE FÍSICA

El periodo de 1934 a 1938 fue crucial para la fundación de la Facultad de Ciencias y del Instituto de Física. Actor de primera importancia fue el ingeniero Ricardo Monges López quien con paciencia e inteligencia impulsó la transformación de la Facultad de Ciencias Físicas y Ma-



Palacio de Minería

temáticas, en la cual se congregaban la ingeniería, la química y las ciencias físicas y matemáticas. El énfasis, hay que entenderlo *claramente*, se puso en la docencia. Sin embargo, el ingeniero Monges López dio la batalla para impulsar las actividades de investigación. Para este propósito contó con la colaboración de los ingenieros Alfredo Baños, Alfonso Nápoles Gándara y Sotero Prieto.

El registro de las discusiones universitarias de esos años es fragmentario. Lo que sabemos muestra que en 1938 el Consejo Universitario, presidido por el rector Baz Prada, aprobó una reestructuración mayor de la Universidad Nacional Autónoma de México. Por primera vez aparecen en el acta del consejo la Facultad de Ciencias y el Instituto de Física y Matemáticas como dependencias universitarias. La fecha de aprobación de este Estatuto General es el 19 de diciembre de 1938. El primer director del Instituto de Física y de Matemáticas fue Alfredo Baños, recién doctorado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT).

Como Del Río y D'Elhuyar a finales del siglo XVIII, llega en 1939 a México otro científico español, Blas Cabrera, miembro distinguido de un numeroso grupo de intelectuales republicanos que abandonó su tierra luego del triunfo de Francisco Franco. Como aquéllos, Cabrera trabaja en el Palacio de Minería, sede del Instituto de Física, donde consigue instalar un laboratorio de mediciones eléctricas de precisión. Don Blas había sido director del Instituto de Física y Química de la Universidad de Madrid y montó ese laboratorio para investigar el magnetismo de los cuerpos paramagnéticos. Por aquel entonces se le consideraba un físico notable, organizador, junto con Niels Bohr, Marie Curie y Albert Einstein, del Congreso Solvay de 1930. Se le acredita también haber fundado la física experimental moderna en España.

En ese salón del Palacio, la primera sede del Instituto de Física, se hallaba también la oficina del director Alfredo Baños, la de su secretaria, la de dos o tres investigadores y la incipiente biblioteca. Además del laboratorio de Cabrera, en la azotea del Palacio se instaló un detector de rayos cósmicos, tema que le interesaba al doctor Manuel Sandoval Vallarta, quien trabajaba en el MIT pero visitaba México cada verano. El detector estaba a cargo primero de Fernando Alba y luego de Octavio Cano y de Marcos Moshinsky, estudiantes de la carrera de física. Un poco en broma, un poco en serio, contaba Moshinsky que el aparato detectaba el paso de uno de esos rayos cósmicos cada vez que por la calle de Tacuba pasaba un tranvía. Así era la incipiente física experimental mexicana.

Además de Blas Cabrera, al inicio del instituto, sólo Baños era doctor en física. Los primeros tiempos de éste al frente del instituto fueron buenos. Incluso había logrado la donación de un terreno por parte del Ejérci-

to Mexicano, en San Pedro de los Pinos, no muy lejos de una cementera hoy convertida en una gran tienda de artículos deportivos. En ese lote planeaba Baños construir un edificio apropiado para el instituto. Sus gestiones se vieron interrumpidas, pues el doctor Baños fue forzado a renunciar. La historia, según la relató muchos años después Carlos Graef Fernández, es la siguiente:

Alfredo Baños, quien nació en la Ciudad de México en 1905, era hijo de un diplomático mexicano y por ello no había residido de manera continua en nuestro país. Estudió en el MIT bajo la dirección de Sandoval Vallarta y luego también en la Universidad Johns Hopkins. Era físico e ingeniero, bien preparado. Después de su salida del IFUNAM fue a trabajar a la Universidad de California en Los Ángeles, donde llegó a ser *full professor* pues era un buen científico. Sin embargo, era agringado; por eso sus celosos colegas mexicanos le llamaban Mr. Bath.

Baños impartía un curso sobre física atómica. Preparó unas notas de clase en forma de libro. Pero, ¡oh desgracia!, sus colegas descubrieron que esas notas eran la traducción de un libro de texto escrito por Henry Semat, libro bien conocido al que nunca menciona en sus notas, cuyo autor era sólo Mr. Bath. La oportunidad la pintan calva y los doctores Carlos Graef y Alfredo Barajas no la desaprovecharon. Lo hicieron del conocimiento de don Manuel y le tendieron al hasta entonces director una emboscada.

Lo citaron en el Café París, en la calle de Cinco de Mayo, a espaldas del Palacio de Minería. Corría el año 1944 y este café funcionaba como la segunda casa de la exigua física mexicana antes de la construcción de la Ciudad Universitaria. Llegaron al café Graef y Barajas acompañados de Sandoval Vallarta. Don Carlos llevaba un ejemplar del Semat, Barajas las notas de Baños. Al llegar a la mesa en la que éste los esperaba, le pidieron a don Manuel que sujetara los dos volúmenes que luego él puso sobre la mesa. Aterrado, Baños los miró. Le dijeron, además, que en la mesa de junto habían citado a varios periodistas de *El Universal*, entre otros diarios importantes. Más aterrado aún, Baños dejó el café y luego presentó su renuncia. Así terminó en 1944 la que pudiera haber sido una muy buena primera dirección del bisoño instituto. El doctor Baños, sin embargo, regresó a trabajar a México en 1960, durante una estancia sabática en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados; ahí escribió parte de un libro sobre radiación electromagnética que luego sería importante.

Durante el siguiente año ocupó interinamente la dirección del IFUNAM don Manuel. Luego se nombró, claro está, a Graef Fernández como segundo director. Graef ocupó el cargo de 1945 a 1957, cuando pasó a dirigir la Facultad de Ciencias. En su lugar, fue nombrado director interino el doctor Fernando Alba, quien fue interi-

no porque hasta esa fecha no había obtenido el doctorado. Cuando logró el grado, se le nombró ya director, puesto que mantuvo hasta 1970. En total, don Fernando fue director del instituto trece años. Es, y con seguridad será, quien más años dirigió el IFUNAM. El Estatuto General de la UNAM hoy restringe el periodo de un director a cuatro años, con una reelección como máximo.

Para entender los primeros quince años del Instituto de Física hay que situarlos respecto a los acontecimientos internacionales, nacionales y de la propia Universidad. En primer lugar, la física como disciplina había sufrido no una sino dos revoluciones mayores en los vertiginosos primeros treinta años del siglo XX. Por un lado, las ideas físicas clásicas, que incluyen *grosso modo* las nociones previas al siglo pasado sobre la estructura geométrica del espacio y el tiempo, sufrieron una transformación mayor, primero con la relatividad especial y luego con la relatividad general einsteinianas. Por otro lado, la reformulación cuántica, con enormes ramificaciones filosóficas, proveyó un método de cálculo de las propiedades atómicas que permitió entender la tabla periódica de los elementos. El genial procedimiento de Dirac para combinar las dos revoluciones predijo la antimateria, cuya existencia fue comprobada experimentalmente en los años treinta del siglo anterior. Con todo, las dos grandes teorías físicas del siglo XX se mostraron renuentes a coexistir entre ellas pacíficamente. Todo indica que, siendo ellas correctas en sus ámbitos de aplicación, requerirán de una nueva revolución en el pensamiento para hacerlas enteramente compatibles. Un marco teórico que logra esto es la teoría de supercuerdas, aunque tiene hasta hoy un carácter más bien matemático.

Quizá la más importante aplicación de la nueva física entre los años 1930 y 1945 fue también la más terrible: la construcción de la bomba atómica. Es improbable que los promotores de la carrera de física y del IFUNAM hayan estado plenamente conscientes de la magnitud de la transformación conceptual y práctica que ocurría en y a través de la física. No es muy aventurado especular que el único mexicano en posición de aquilatar la magnitud del cambio era en ese entonces don Manuel Sandoval Vallarta, quien fue uno de los primeros profesores de mecánica cuántica en el MIT. En todo caso, el desarrollo de la nueva física debió ser un poderoso aliado para el establecimiento y la consolidación del Instituto de Física y de la carrera de física en la Facultad de Ciencias.

Un segundo aspecto que se debe tomar en cuenta es la situación política y económica del país. Entre 1936 y los años sesenta del pasado siglo, México tuvo el periodo de crecimiento económico y social más acelerado que ha conocido. La coyuntura de la Segunda Guerra Mundial permitió un grado de soberanía que hizo posible recobrar para nuestra nación una parte importante de sus recursos naturales, especialmente el petróleo. Las cien-

cias naturales, notablemente la química, contribuyeron a este proceso, sin el cual el país hubiera tenido que revertir la nacionalización petrolera. Mucho se puede discutir sobre el óptimo desempeño y el uso eficiente de la riqueza petrolera del país, pero es innegable que la historia hubiera sido muy diferente sin el concurso de este capital. El punto a destacar es que por primera vez en el ámbito gubernamental mexicano la tecnología y con ella la ciencia jugaron un papel estratégico a partir de la nacionalización del petróleo.

Por último, las graves dificultades para estabilizar la UNAM, y con ello permitir la realización de sus objetivos, continuaron hasta mediados de la década de los cuarenta. En 1945, durante el gobierno de Manuel Ávila Camacho, se promulgó la aún vigente Ley Orgánica de la UNAM. Un elemento fundamental de esta ley es la creación de la Junta de Gobierno, que nombra y remueve al rector y a los directores de escuelas, facultades e institutos. Esta junta ha permitido que la estructura directiva y administrativa de la institución resuelva sus diferencias de una manera que no trastorne el resto del edificio universitario. Ese equilibrio no ha sido del todo estable como han mostrado los recurrentes estallidos estudiantiles desde los años sesenta hasta finales de siglo XX. Con todo, los periodos de calma permitieron la consolidación y superación del trabajo académico de la UNAM.

EL INSTITUTO DE FÍSICA EN NÚMEROS (1938-1958)

En las dos décadas transcurridas desde la fundación del instituto en 1938 trabajaron en él veinte investigadores, ya fallecidos once de ellos. En esos años, publicaron treinta y siete artículos internacionales, veintitrés de ellos en la *Physical Review*, ya para entonces la principal revista de investigación en física. Además, aparecieron cincuenta y cuatro trabajos en publicaciones mexicanas. Antes de que la *Revista Mexicana de Física* fuera fundada con Marcos Moshinsky a la cabeza en 1952, todos esos artículos con excepción de uno aparecieron en el *Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana*. De la Tabla 1 se puede inferir las áreas de la física que se cultivaban en esos años. En la tabla esas áreas aparecen en orden cronológico, de acuerdo con el año en que se publicó el primer artículo en cada una de ellas, año que se indica entre paréntesis en la primera columna.

Antes de 1950 se trabajaba en radiación cósmica, gracias a que don Manuel Sandoval Vallarta, experto a nivel internacional en esa área, había dejado el MIT para incorporarse al instituto. Los primeros trabajos de Sandoval Vallarta se volvieron famosos y los últimos son citados, aunque no mucho. En el mismo campo de los rayos cósmicos publica artículos en revistas internacionales Alfredo Baños, el primer director del instituto. En

esa época se trabaja también en una teoría gravitacional alternativa a la de Einstein que había sido propuesta por Birkhoff. En este caso el líder es Carlos Graef Fernández. La repercusión internacional en esta área, medida por el número de citas en la literatura científica, es muy escasa.

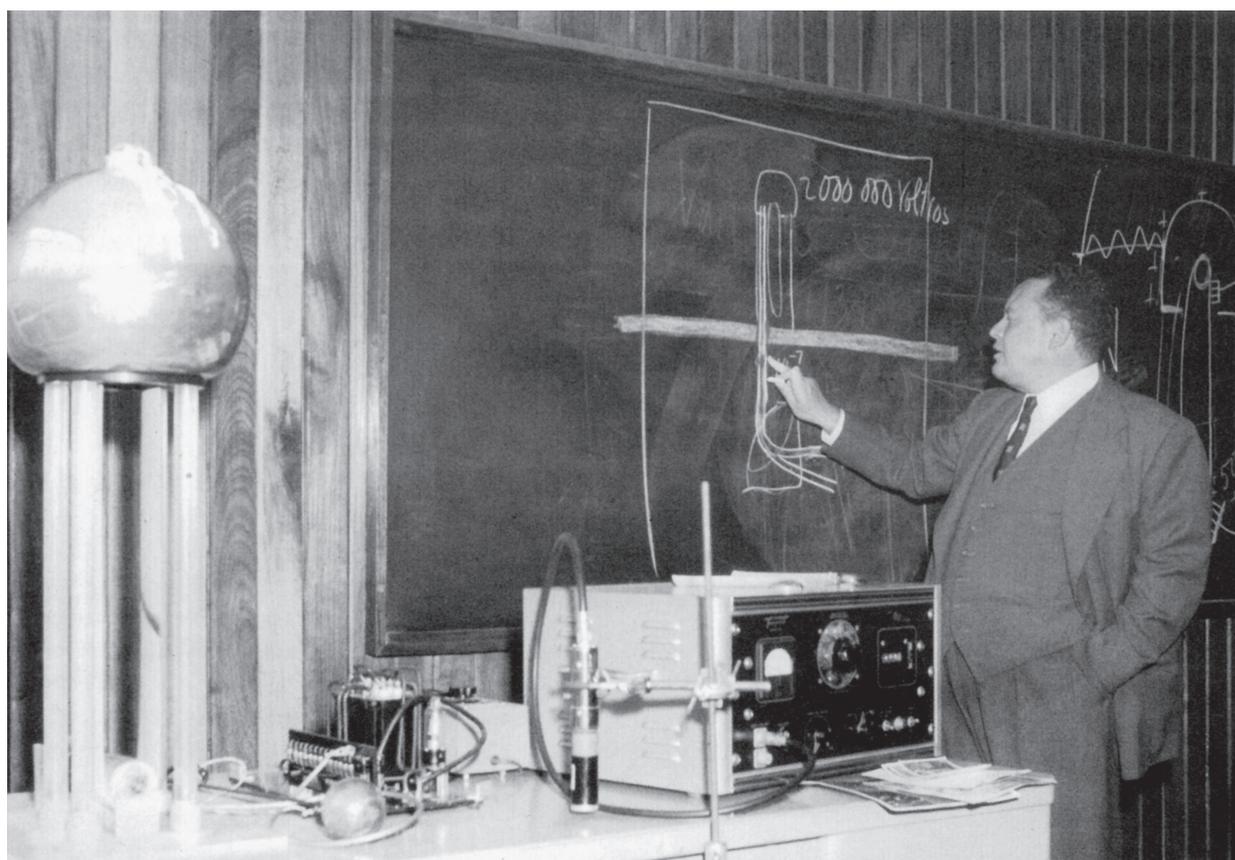
TABLA 1
1938-1958

ÁREA DE LA FÍSICA	NÚMERO DE ARTÍCULOS	CITAS
Radiación Cósmica (1938)	15	78
Gravitación (1944)	9	28
Física Matemática (1949)	7	92
Mecánica Cuántica (1952)	13	148
Partículas Elementales (1952)	10	3
Teoría de Reacciones Nucleares (1954)	14	42
Instrumentación (1954)	6	3
Física Aplicada (1954)	6	5
Experimentos de Reacciones Nucleares (1955)	9	89
Estructura Nuclear (1957)	3	22
TOTALES	91	510

Aparece entonces en escena Marcos Moshinsky, que a la postre se convertiría en el físico más famoso del instituto y también en el más citado, pues hasta 2009 se han localizado un poco más de tres mil seiscientas referencias a su trabajo. Entre 1950 y 1952 produce, como autor único, cinco artículos en la *Physical Review* sobre física matemática y diversos aspectos de la mecánica cuántica. Entre estos últimos se halla aquél en que predice un nuevo fenómeno, el de la difracción en el tiempo, que habría de ser confirmado experimentalmente cuarenta años después. Este artículo ha sido citado ciento treinta y un veces, muchas de estas referencias en trabajos publicados en los últimos diez años. En 1952 aparecen las primeras publicaciones sobre partículas elementales, la mayoría de ellas realizadas por Fernando Prieto, y ya que fueron publicadas en la *Revista Mexicana de Física* su repercusión fue nula.

De 1954 son los primeros artículos sobre la teoría de reacciones nucleares, otra vez con Moshinsky a la cabeza. Su repercusión podría decirse que es mediana. Más importantes resultan ser los trabajos de Mazari sobre reacciones nucleares experimentales, aunque habría de acotarse su razonable repercusión, ya que los experimentos se llevaron a cabo en el MIT y no en México.

En resumen, en los primeros veinte años de vida del Instituto de Física se publicaron noventa y un artículos que han sido citados hasta el final de 2009 en quinientas diez publicaciones de la literatura científica internacional. El promedio de citas por artículo es igual a 5.6, el cual es un número alto.



Carlos Graef mostrando algunos componentes del equipo Van de Graaff adquirido por la UNAM en 1934

© ISSUE/AHUNAM

De lo que hemos relatado surgen varias conclusiones inequívocas. México llegó tarde a la ciencia, pero mucho más tarde a la física. El primer centro de investigación en esta rama de la ciencia se funda en México ¡en 1938! A pesar de los esfuerzos tardíos de Sandoval Vallarta, los primeros resultados importantes los alcanza, solo, Marcos Moshinsky. Sus trabajos se orientaban a la física matemática. La contraparte experimental, basada en un pequeño acelerador nuclear, tiene poca relación con el trabajo teórico. En todo caso, algunos pioneros de la física mexicana realizaron un buen trabajo, creando una infraestructura razonable y generando un grupo de jóvenes investigadores.

AGRADECIMIENTOS

A Héctor Hernández Bringas por habernos proporcionado las actas del Consejo Universitario de 1930 a 1940. A Jorge Rickards por relatarnos los primeros años de la física nuclear experimental en México. A Guillermo Monsiváis por sus valiosas sugerencias.



Antigua Facultad de Ciencias, hoy Auditorio Alfonso Caso y Unidad de Posgrado, con el mural *La conquista de la energía* de José Chávez Morado, Ciudad Universitaria, 1956

A finales de los años cuarenta se inicia la construcción de la Ciudad Universitaria, en el Pedregal de San Ángel al sur de la Ciudad de México. Las nuevas instalaciones de la UNAM habrían de alojar, a partir de su inauguración en 1954, a todas las facultades e institutos de la Universidad, que así dejaría el Centro Histórico capitalino. Con ello, el viejo barrio estudiantil dejó de existir. El Instituto de Física de la UNAM cambió su sede del Palacio de Minería a la flamante Torre de Ciencias, hoy Torre de Humanidades II, ocupando sus pisos octavo, noveno y décimo. También formaba parte del IFUNAM un edificio que alojaba el recién adquirido acelerador Van de Graff de 2 MeV. Este aparato, comprado por la UNAM gracias a la visión generosa del rector Nabor Carrillo, fue de hecho el primer habitante de la nueva Ciudad Universitaria, pues se instaló ahí en 1952, un par de años antes de la inauguración de CU. El acelerador significó el inicio de la física nuclear en nuestro país.

Poco después de su traslado a la Ciudad Universitaria, el doctor Carlos Graef Fernández fue nombrado director de la Facultad de Ciencias y lo sucede al frente del Instituto de Física el doctor Fernando Alba Andrade, quien fungió como director interino hasta 1959. En ese año trabajaban en el instituto diecisiete investigadores, sólo tres con doctorado: Fernando Alba, Marcos Moshinsky y Fernando Prieto. Salvo ellos, sólo un puñado destacaría en la investigación, aun después de doctorarse. Con Alba se acelera el crecimiento del instituto, pues en su tiempo como director se hicieron alrededor de treinta contrataciones. A pesar de que muchos fueron contratados sin ser realmente investigadores —una condición casi necesaria, aunque no suficiente, para serlo es haber obtenido un doctorado— poco a poco se convirtieron casi todos ellos en doctores en física. Al final del encargo del doctor Alba, nuestro instituto contaba ya con cerca de veinte doctores y el grupo comenzaba a madurar.

En la época de Fernando Alba se instaló un magnífico taller mecánico, uno de los mejores de México. Se adquirió otro acelerador, el Dinamitrón, que nunca funcionó porque era un aparato novedoso pero todavía bajo prueba; fue donado a la UNAM por el gobierno de los Estados Unidos. Empezó la física del estado sólido bajo la dirección del doctor Alonso Fernández, con un laboratorio incipiente que contaba con un viejo aparato de rayos x y un crecedor de cristales. El acelerador Van de Graff continuó siendo productivo y la física teórica, bajo la guía de Moshinsky, obtuvo sus primeros grandes éxitos, todos ellos ligados a la física nuclear y a la del oscilador armónico. Además, a partir de 1959 se organizó cada tres años la Escuela Latinoamericana de Fís-

ca, con lo cual se afianzó la internacionalización de la física mexicana.

En 1954 se crea, en parte como respuesta al programa estadounidense Átomos Para la Paz, la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN). La ideología que sustentaba ese programa de Estados Unidos, ideología no totalmente aceptada por Argentina y Brasil, fija el programa nuclear de México: uso de los radioisótopos en medicina y otros campos de la industria, investigación de estructura nuclear limitada a bajas energías, reactores nucleares de investigación —muchos podrían decir, reactores de juguete. Desde su inicio, la CNEN encuentra uno de sus mejores aliados en el IFUNAM. Algunos investigadores universitarios dirigen los programas de la Comisión. El doctor Augusto Moreno organiza los cursos sobre aplicaciones de radioisótopos; los doctores Ariel Tejera y Alonso Fernández toman parte en el desarrollo de instrumentación nuclear. Los físicos nucleares experimentales son empleados para desarrollar espectrógrafos y los teóricos son contratados como asesores en teoría nuclear.

La CNEN, con Nabor Carrillo y Carlos Graef Fernández a la cabeza y bajo la mirada complaciente de Sandoval Vallarta, desarrolló el programa científico más ambicioso del siglo XX de la física mexicana: la creación del Centro Nuclear de Salazar. Hasta ese entonces, la comisión había sido dirigida por ¡un poeta! En efecto, José Gorostiza, autor de una obra maestra, *Muerte sin fin*, estaba a cargo del desarrollo nuclear de nuestro país. Un ejemplo más de las decisiones típicas en México. En 1966 abre sus instalaciones el centro de Salazar. En otro ejemplo rarísimo de la organización política mexicana y de sus clarividentes acciones, el Centro Nuclear se abre cerca de La Marquesa, en la vieja carretera México-Toluca, entonces en el centro de la nada.

El Centro Nuclear se establece con dos laboratorios principales: un acelerador Tandem, evolución de los que había en Ciudad Universitaria, y un reactor nuclear pequeño de investigación. Los asesores teóricos, miembros del Instituto de Física de la UNAM y del Instituto Politécnico Nacional, habían tenido como única obligación asistir a la “misa de los viernes”, como la llamaba el ingeniero Tomás Brody. En este seminario, don Manuel fijó el nivel de la física mexicana. Cuando empieza a funcionar el Centro Nuclear, el grupo de asesores teóricos del IFUNAM asistía todos los viernes a Salazar. Ahí impartían cursillos y conferencias a los físicos experimentales del acelerador Tandem, aunque rara vez se estableció un proyecto de investigación conjunto. Por cierto, también comían unas tortas en la punta de un cerrito. Ahí se había colocado entre dos árboles un pizarrón que usaban para impartir alguna plática. Éste es el famoso Seminario del Cerro, organizado por Moshinsky.

Pocas veces en su historia, el Instituto de Física mantuvo una relación tan estrecha con un organismo gubernamental como en esos años. El doctor Alba dejó la dirección del IFUNAM al ser nombrado director de la Comisión Nacional de Energía Nuclear. La convirtió en el Instituto Nacional de Energía Nuclear (INEN) y empezaron los problemas sindicales. El INEN se convirtió luego en el hoy Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) y se crearon la Comisión de Salvaguardas Nucleares y URAMEX, el primo hermano de PEMEX aunque ocupado no del petróleo sino del uranio. En todo caso, la investigación nuclear se ve afectada, el principal proyecto de los físicos mexicanos en el siglo XX no cuaja y la relación del Instituto con el Centro Nuclear decae.

Antes de terminar su gestión en 1970, el doctor Alba reorganizó el instituto. Se crearon cuatro departamentos: Estado Sólido, Colisiones, Física General y Física Teórica. Se estableció el Consejo Interno, presidido por el director y formado por los cuatro jefes de departamento y un representante de cada uno de ellos, elegido por los investigadores. El último mes de 1970, el doctor Alba fungió al mismo tiempo como director del instituto y como Coordinador de la Investigación Científica, ambas instituciones de la UNAM, algo insólito. Como dijimos, al inicio de 1971 el presidente Echeverría lo nombró al frente de la Comisión Nacional de Energía Nuclear y dejó temporalmente la Universidad. Empezó el periodo de Alonso Fernández al frente del IFUNAM.

Como era natural, el doctor Alonso Fernández le dio prioridad al estado sólido. Cerca de diez jóvenes fueron reclutados como investigadores y se equiparon mejor los laboratorios. Se adquirió una máquina de resonancia paramagnética electrónica y un microscopio electrónico de barrido, que el instituto debería compartir con el de Investigaciones Biomédicas. La primera máquina estuvo a cargo de Eduardo Muñoz y con el microscopio se dio arranque al grupo de microscopía electrónica, al frente del cual empezó su carrera Miguel José Yacamán.

En la física teórica, la situación era mejor. Moshinsky aplicó la teoría de grupos a un sinnúmero de problemas en varios campos, incluida la física atómica. El grupo formado por Pier Mello, Tomás Brody y Jorge Flores adquirió en los setenta cierta relevancia internacional en el campo de las propiedades estadísticas de espectros nucleares, con fuertes relaciones de trabajo con las universidades de Rochester y de París. Es en este momento que el intercambio académico con investigadores extranjeros se abre un poco, pues hasta entonces se había circunscrito a Marcos y sus amigos, así como a algunas relaciones con el MIT y el Rice Institute de Houston.

El crecimiento del IFUNAM durante las direcciones de Alba y Fernández se dio en un entorno nacional y universitario *sui generis*. Los tiempos de calma que siguieron a la aprobación de la ley orgánica universitaria de

1945 y en los cuales el grueso de las actividades universitarias fue trasladado del Centro Histórico de la Ciudad de México a la flamante Ciudad Universitaria fueron interrumpidos con el movimiento estudiantil que derrocó al rector Ignacio Chávez. De nuevo las diferencias de concepción entre la Universidad y el gobierno federal afloraron. El autoritarismo del gobierno federal ejercido de manera particularmente feroz por el presidente Gustavo Díaz Ordaz y la maduración de una clase media con aspiraciones democráticas nutrió el nuevo choque. Lo que había comenzado en 1966 como un movimiento intrauniversitario desembocó en 1968 en un movimiento con reivindicaciones sociales. Ya no era la Universidad la que requería un ajuste, era el sistema político del país el que debería ser transformado.

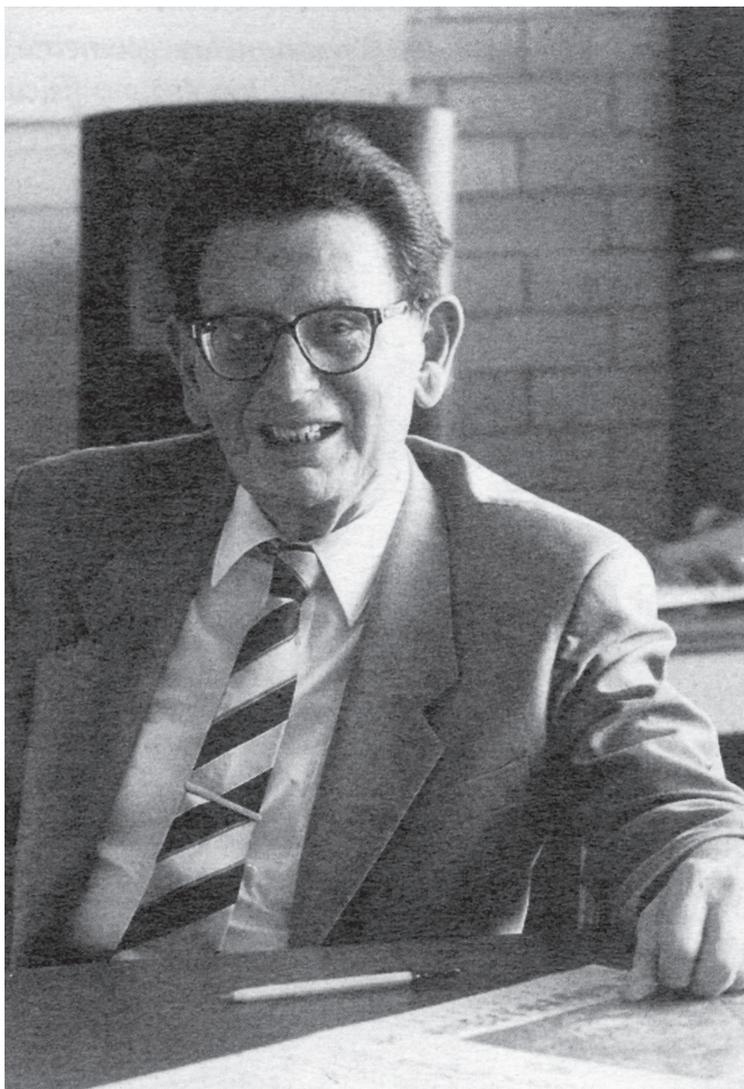
Al interior de la Universidad el activismo político que se manifestaba principalmente entre los estudiantes tuvo un efecto académico negativo. Las relaciones entre las facultades, escuelas y los institutos de investigación, que hasta ese entonces habían sido de cooperación, fueron severamente dañadas. Los centros de docencia y los de investigación se distanciaron. La separación formal de 1938, que era más bien administrativa, se convirtió en operativa. Sólo algunas facultades como la de Química

mantuvieron, al menos en algunas áreas, el modelo educativo docente entretejido al de investigación. La Facultad de Ciencias, cuyo personal docente era principalmente el de los institutos de la Torre de Ciencias (Astronomía, Geofísica, Matemáticas y Física) y el de Biología, tuvo que iniciar el reclutamiento de profesores.

EL INSTITUTO DE FÍSICA EN NÚMEROS (1958-1974)

Veamos ahora el análisis de la producción del IFUNAM correspondiente al periodo 1958-1974. En la Tabla 1 se presentan las áreas de la física en las que trabajaban los investigadores del instituto. Se muestran las áreas en orden decreciente de acuerdo al número de publicaciones. El año del primer artículo se indica entre paréntesis en la columna de la izquierda.

Lo primero que salta a la vista es que el número de artículos se multiplicó, respecto al periodo anterior 1938-1958, por un factor de 4.4, que se convierte en 3.2 cuando de artículos internacionales se trata. El cambio en estos factores se debe a la aparición de la *Revista Mexicana de Física* en 1952, lo cual permitió la publicación de muchos artículos de instrumentación y de física aplicada lo que mostraba el esfuerzo por iniciar en México estas áreas fundamentales. Los cincuenta artículos publicados en la *Revista Mexicana de Física* entre 1952 y 1958 acumulan un total de veinte citas.



Marcos Moshinsky

TABLA 1
1958-1974

ÁREA DE LA FÍSICA	NÚMERO DE ARTÍCULOS	CITAS
Estructura Nuclear (1955)	69	2006
Estado Sólido (1958)	59	137
Instrumentación (1954)	40	15
Física Atómica y Molecular (1970)	39	297
Físico Matemática (1949)	35	1423
Física Aplicada (1954)	31	3
Mecánica Cuántica (1950)	30	424
Experimentos de Reacciones Nucleares (1955)	30	162
Partículas Elementales (1952)	28	142
Propiedades Estadísticas del Núcleo (1971)	13	559
Biofísica (1963)	4	45
Teoría de Reacciones Nucleares (1953)	3	33
TOTALES	381	5237

En cuanto a las citas a los artículos producidos en el IFUNAM en el segundo periodo que nos ocupa, se observa que se multiplicaron por un factor de 10 respecto a las dos primeras décadas. Ahora la quinta parte de estas citas se refiere a artículos dedicados a estudiar la estructura del núcleo y más de 1,400 citas a trabajos de física matemática, en el área de teoría de grupos y sus aplicaciones. Marcos Moshinsky sigue siendo el líder indiscutible en ambas áreas. Como puede verse en la Tabla 2, en la cual se presenta la lista de los dieciséis artículos del IFUNAM publicados en el periodo 1958-1974 que han recibido más de 100 citas hasta 2009, en trece de ellos es autor Moshinsky con artículos sobre teoría de grupos principalmente (Gottodiener, 2006). No cabe duda, Marcos Moshinsky se volvió un físico famoso y el instituto adquirió con él un lugar en la física mundial.



Instituto de Física, Ciudad Universitaria

TABLA 2

ARTÍCULOS	CITAS		
M. Moshinsky, <i>Transformation Brackets for Harmonic Oscillator Functions</i> , Nucl. Phys. 13 (1959) 104.	373	M. Moshinsky, <i>Operators that Lower or Rise the Irreducible Vector Spaces of U_{n-1} Contrived in an Irreducible Vector Space of U_n</i> , J. Math. Phys. 6 (1965) 682	152
M. Moshinsky y C. Quesne, <i>Linear Canonical Transformations and Their Unitary Representation</i> , J. Math. Phys. 20 (1971) 1772	304	M. Moshinsky y V. Bargmann, <i>Group Theory of Harmonic Oscillators. I. The Collective Modes</i> , Nucl. Phys. 18 (1960) 697	140
M. Moshinsky y T.A. Brody, <i>Tablas de Paréntesis de Transformación</i> , Monografías del Instituto de Física, 1960	281	M. Moshinsky, <i>Bases for the Irreducible Representations of Unitary Groups and some Applications</i> , J. Math. Phys. 4 (1963) 1128	139
T.A. Brody, <i>A statistical measure for the repulsion of energy levels</i> , Lett. Nuov. Cim. 7 (1973) 482	256	M. Moshinsky, <i>Diffraction in Time</i> , Phys. Rev. 88 (1952) 625	131
M. Moshinsky, <i>The Harmonic Oscillator in Modern Physics: from Atoms to Quarks</i> , Gordon & Breach, (N.Y., 1969)	201	M. Moshinsky, <i>Non-Invariance Groups in the Second Quantization Picture and their Applications</i> , J. Math. Phys. 11 (1970) 5	121
M. Moshinsky y P. Kramer, <i>Group theory of harmonic oscillators and nuclear structure</i> , Group Theory and Applications, Academic Press, 1968	182	T.A. Brody y M. Moshinsky, <i>Tables of Transformation Brackets</i> , Gordon & Breach, (N. Y., 1967)	121
M. Moshinsky y V. Bargmann, <i>Group Theory of Harmonic Oscillators. II. The Integrals of Motion for the Quadrupole-Quadrupole Interaction</i> , Nucl. Phys. 23 (1961) 377	173	M. Moshinsky, <i>Wigner Coefficient for the SU_3 Group and some Applications</i> , Rev. Mod. Phys. 34 (1962) 813	117
O. Bohigas y J. Flores, <i>Two-Body Random Hamiltonian and Level Density</i> , Phys. Lett. B 34 (1971) 261	165	T.A. Carlson, J.C. Carver, L.J. Saethre, F. García Santibañez y G.A. Vermon, <i>Multicomponent structure in X-Ray photoelectron spectroscopy of transition metal compounds</i> , J. Elect. Spectr. 5 (1974) 247	103

De la Tabla 1 apreciamos que en el periodo 1958-1974 surgen dos nuevos campos, hasta entonces no cultivados en México: la física del estado sólido, por un lado, y la atómica y molecular, por el otro. Es notorio que en la primera de estas áreas, liderada por Alonso Fernández, la repercusión es menor que en la segunda área. Esto se debe a que desde el principio los físicos atómicos, con Octavio Novaro y Manuel Berrondo a la cabeza, publicaron sus resultados en revistas de gran impacto, mientras que los físicos de estado sólido publicaron sus artículos en la *Revista Mexicana de Física*.

Otros tres temas surgieron en este segundo periodo en el IFUNAM. Se estudió una nueva versión de la mecánica cuántica, llamada estocástica por su impulsor Luis de la Peña. En segundo lugar, se inició el estudio de propiedades estadísticas de sistemas cuánticos, que empujaron Tomás Brody, Pier Mello y Jorge Flores. Finalmente, empieza la biofísica con Rafael Pérez Pascual, con pocos trabajos pero de buena repercusión. En particular, los artículos sobre espectros cuánticos y matrices aleatorias recibieron del orden de 560 citas y convirtieron a este grupo del instituto en el único otro, aparte del de Moshinsky, que tuvo relevancia en los años setenta. Lo anterior puede apreciarse en la Tabla 3, en la que se presentan los autores de artículos con más de 20 citas. La gran mayoría de estos trabajos provinieron del Departamento de Física Teórica, uno de ellos del Departamento de Colisiones y dos del Departamento de Estado Sólido. Lo que es aun más indicativo, sólo dos de estas publicaciones con más de 20 citas presentan resultados experimentales.

TABLA 3

AUTORES DE ARTÍCULOS CON MÁS DE 100 CITAS
Moshinsky (13), Brody (3), Flores (1), García Santibáñez (1)

AUTORES DE ARTÍCULOS CON CITAS ENTRE 50 Y 100
Moshinsky (6), Chacón (1), Flores (1), Berrondo (1)

AUTORES DE ARTÍCULOS CON CITAS ENTRE 20 Y 50
Moshinsky (16), Chacón (5), Flores (4), De la Peña (3), Brody (2), Mazari (2), Mello (2), Novaro (2), Berrondo (1), Cocho (1), E. de Alba (1), French (1), Gómez Ramirez (1)

Finalmente, en las figuras 1 y 2 se presenta la evolución tanto del número de artículos en el periodo 1938-1974 como de las citas que recibieron estas publicaciones hasta hoy. Cuando el instituto empieza, su producción es muy magra pero crece de manera exponencial con el tiempo.

A MANERA DE CONCLUSIÓN

El IFUNAM en 1974, al terminar su primera mitad de vida, era un centro de investigación maduro, en el cual se habían producido varios trabajos de relevancia internacional. Además, era en verdad joven. Su investigador más añoso rozaba los cincuenta y cinco años y el promedio de edad de todos los investigadores era aproximadamente de cuarenta años.

AGRADECIMIENTOS

A Jorge Rickards por relatarnos los primeros años de la física nuclear experimental en México. A Guillermo Monsiváis por sus valiosas sugerencias. **U**

Uno de los autores (MM) agradece el apoyo del Conacyt a través del proyecto 82291.

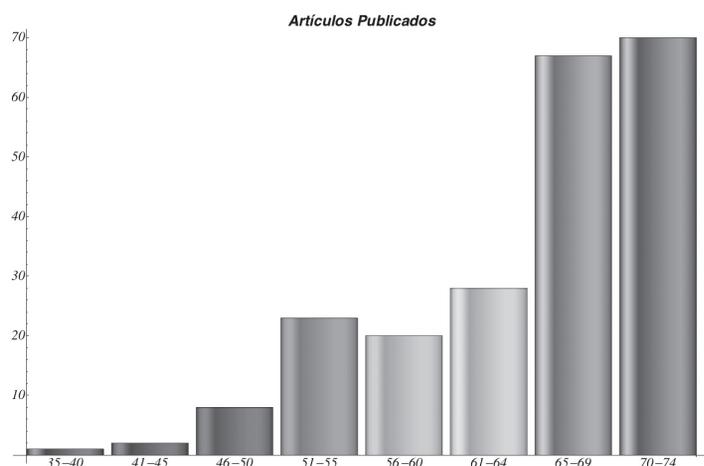


Figura 1, número de artículos publicados por el Instituto de Física entre 1938 y 1974

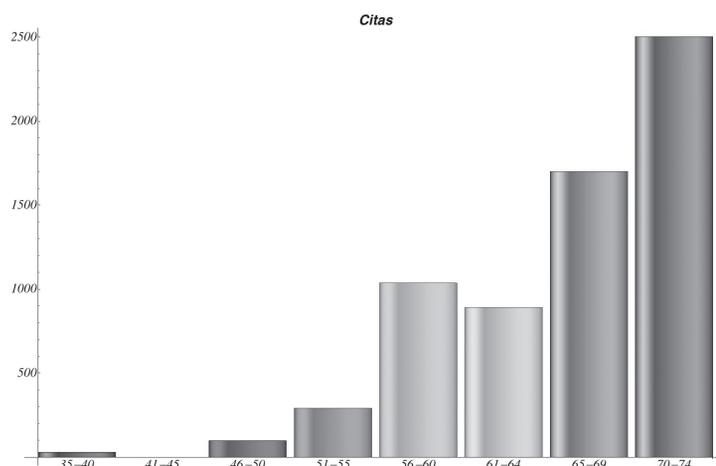


Figura 2, citas hasta finales de 2009 a los artículos publicados entre 1938 y 1974 por investigadores del Instituto