

2005, 100 años de la Teoría Especial de la Relatividad

## Einstein y México

- Mexicanos contemporáneos de Einstein estudiaron su teoría.
- Bajo la influencia de G.D. Birkhoff se propuso una teoría alternativa.
- Carlos Graef el más grande gravitacionista mexicano.
- Hoy, varios relativistas, astrofísicos y cosmólogos mexicanos trabajan en la investigación y/o la enseñanza.

### En México se estudia a Einstein

El profesor Albert Einstein viajó a América del Sur pero nunca visitó México. Sin embargo, en México se ha estudiado su teoría durante décadas. Ha habido, y hay, varios gravitacionistas. En su época, mexicanos ilustres lo trataron y discutieron su teoría personalmente con el profesor Einstein. En el presente, se trabaja en varios aspectos de la física teórica, la teoría de la relatividad general, la astrofísica y la cosmología, tanto en la enseñanza como en la investigación.

En diversas instituciones se estudian interesantes temas, tales como, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Universidad Autónoma de Puebla (UAP), Universidad de Sonora (Unison), Universidad de Guanajuato (UG), el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), el Instituto de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) de Tonanzintla, y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) de Salazar, entre otros centros de investigación y enseñanza.

A la fecha, varios relativistas, astrofísicos teóricos y cosmólogos trabajan intensamente, lo mismo que una pléyade de matemáticos mexicanos. Pero, los doctores Manuel Sandoval Vallarta, Carlos Graef y Alberto Barajas fueron pioneros de altos vuelos. Tal vez, el más destacado gravitacionista mexicano ha sido el doctor Carlos Graef Fernández. También tiene un lugar el doctor Jerzy Plebanski, originario de Polonia.

### Marietta Blau

En 1938, en plena persecución nazi hacia los judíos, Einstein solicitó al gobierno mexicano, presidido por Lázaro Cárdenas, que se le otorgara asilo y trabajo a la física austriaca Marietta Blau.

“Le ruego averiguar por conducto de su amigo Peter si en México puede encontrarse algún empleo para una doctora en física, de talento extraordinario, que tiene que salir de Viena por ser judía. Está especializada en radiactividad experimental, y las tesis que aparecen en este campo son dirigidas por ella (...) le ruego consultar a su amigo si tal vez México ofrezca una oportunidad para la señorita Blau”, escribió Albert Einstein a un profesor llamado “Cuchy” (cuya identidad se

desconoce) para contactar al mencionado doctor "Peter", del cual sólo se sabe que era profesor de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME), del Instituto Politécnico Nacional. (Barba & Macedo 2005).

La doctora Blau llegó a México y fue adscrita a la Sección de posgraduados de la Escuela de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Se le otorgó un nombramiento como profesora de tiempo completo. Pero, Blau sentía que no había las condiciones adecuadas para hacer ciencia.

En 1941, Einstein volvió a escribir al gobierno mexicano reafirmando lo expresado por Blau. "Aunque trabaja en México como profesora desde hace tres años, no ha conseguido aún las condiciones necesarias para realizar sus investigaciones". Entonces, el maestro solicitó "algunas condiciones más favorables para la realización de su trabajo, que podía ser de invaluable servicio al país".

Parece que el maestro no fue escuchado. El caso es que, en 1944, Marieta Blau se fue de México, estuvo en Nueva York y, en 1960, regresó a Viena. Murió en 1970.

## Carlos Graef

### *Extraordinario y brillante*

El doctor Carlos Graef Fernández nació el 25 de febrero de 1911, en Guanaceví, Durango. Se fue en la Ciudad de México, en febrero de 1988.

En una semblanza del doctor Graef, realizada por su amigo el doctor Alberto Barajas Celis (1989), éste recordó varios momentos de su vida y obra, como los ocurridos en el primer congreso científico realizado en México, que tuvo lugar en Tonanzintla, Puebla.

"¿No cree usted que Carlos fue una estrella del simposio?", me preguntó el gran matemático George David Birkhoff al terminar el congreso que se realizó para inaugurar el Observatorio Astrofísico de Tonanzintla. "Sin la menor duda", asentí. Recuerdo que las personas que se habían comprometido con el director Luis Enrique Erro a traducir los trabajos científicos extranjeros por alguna razón no llegaron a tiempo. Erro le pidió a Graef que lo ayudara en la emergencia encargándose de la traducción. Habló en Inglés el primer conferenciante y Graef lo escuchó atentamente sin interrumpirlo. Al terminar la

2005 energía 5 (68) 37, FTE de México exposición hizo una síntesis muy precisa del trabajo, subrayó las conclusiones más interesantes, intercaló comentarios ingeniosos y amplió explicaciones sobre gráficas y diagramas".

"Al cabo de algunas horas de esta manera inesperada de traducir, el doctor Harlow Shapley, no pudo contenerse e interrumpió la sesión para decir: "Estamos asombrados de la transformación que sufre un trabajo cuando Graef lo vierte al español. Se vuelve más brillante y más comprensible; como si el traductor conociera el artículo mejor que el autor".

### *Destacado científico mexicano*

El doctor Barajas refirió como fue que se unieron al trabajo del doctor G. D. Birkhoff.

"Birkhoff, impresionado por el talento de Graef, aceptó con gusto la invitación que le hizo el Instituto de Matemáticas para venir a trabajar en 1943. Guiados por él, Roberto Vázquez y Francisco Zubieta construyeron el primer continuo lineal y homogéneo que se conoce, además del de los reales; con Javier Barros Sierra intentó un nuevo camino en geometría diferencial, partiendo de propiedades globales; con Graef y conmigo trabajó en la teoría de la gravitación que había presentado en México en 1942. Nuevamente lo sorprendió Graef al resolver el difícil problema de los dos cuerpos en dicha teoría. Seguramente pensando en esta hazaña Birkhoff se refería a mi ilustre amigo como el "poderoso matemático Carlos Graef". También la explicación que dio Graef de la curvatura de los rayos luminosos y del corrimiento hacia el rojo de las rayas espectrales le pareció a Birkhoff preferible a la que él presentó originalmente. Entusiasmado Birkhoff con el éxito de su visita a México, invitó a Graef como profesor de relatividad y gravitación a la Universidad de Harvard. El curso fue un gran éxito" (Barajas 1989).

El significado de la obra de don Carlos lo expresó el doctor Barajas como sigue. "Graef significa una nueva época, una filosofía de la vida, una forma de la alegría, una nueva actitud mental ante la ciencia. Creo que la idea de las generaciones, oleadas de la humanidad cada quince años, nos ayuda a situarlo. Sotero Prieto es indudablemente el maestro al que se debe el desarrollo moderno de las matemáticas y la física. Sotero pertenece a la generación de Antonio Caso, José Vasconcelos, Alfonso Reyes, Diego Rivera. Quince años más jóvenes aparecen en literatura y filosofía, los

## 2005 energía 5 (68) 38, FTE de México

integrantes del grupo contemporáneos, con José Gorostiza, Salvador Novo, Jaime Torres Bodet, Samuel Ramos, Jorge Cuesta... y en matemáticas Alfonso Nápoles Gándara, Manuel Sandoval Vallarta, Mariano Hernández, Antonio Suárez. Quince años después surge Carlos Graef. Son sus contemporáneos Nabor Carrillo, Alberto Barajas, Ernesto Rivera, Bruno Mascanzoni, Miguel Urquijo, y literatos y sociólogos como Octavio Paz, Fernando Benítez, Arturo Arnáiz, José Iturriaga, Leopoldo Zea, Jorge Carrión”.

Los doctores Graef y Barajas se habían iniciado, en 1931, en el estudio de la ingeniería petrolera pero prefirieron seguir las matemáticas. Ambos fueron discípulos de Sotero Prieto, uno de los grandes matemáticos mexicanos de todos los tiempos junto con Alfonso Nápoles.

En 1940, el doctor Graef se doctoró en el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) con un trabajo intitulado “Orbitas periódicas en la rotación cósmica primaria” (Bol. Soc. Mat. Mex. V. I (3) 1), tema propuesto por el doctor Manuel Sandoval Vallarta, según el cual una emisión abundante de partículas cargadas provenientes del Sol puede causar perturbaciones magnéticas. En este trabajo, el doctor Graef abordó, por primera vez, un problema de ecuaciones diferenciales en tres dimensiones. “Un resultado principal, que todas las trayectorias periódicas cortan al ecuador magnético, quedó comprobado años mas tarde cuando se descubrieron las bandas de Van Allen, los cinturones mortales de rayos cósmicos que rodean a la Tierra, tan importantes para los astronautas”, según explicó el doctor Barajas.

### *El más grande gravitacionista*

El doctor Graef ocupó diversos cargos académicos e institucionales. Fue gobernador del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en representación de México. En 1955, participó en la formulación de la Ley que creó a la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN). Cuando se redactó el Tratado de Tlatelolco para la proscripción de armas nucleares en América Latina, el embajador Alfonso García Robles, futuro Premio Nobel de la Paz, se apoyó en el conocimiento y consejos del doctor Graef. Fue director del Instituto de Física, de la Facultad de Ciencias de la UNAM, asesor científico de la CNEN, del Instituto Nacional de Energía Nuclear (INEN) y del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), así como gerente

del Ciclo de Combustibles Nucleares de Uranio Mexicano (Uramex). Creador del Instituto de Matemáticas de la UNAM; de la Sociedad Mexicana de Física, de la Sociedad Mexicana de Matemáticas, del Observatorio Astronómico de Tonanzintla, del laboratorio del acelerador de partículas Van de Graaff y del laboratorio de ultracentrífugas de la CNEN, luego INEN e ININ.

Pero los trabajos más importantes del doctor Graef fueron en la gravitación. En 1970 fue reconocido con el Premio Nacional de Ciencias de México. Los doctores Graef, Barajas y Sandoval Vallarta trabajaron en la Teoría de Gravitación de Birkhoff bajo su propia dirección. Con esta influencia el doctor Graef estudió el problema de los dos cuerpos, dentro de la Teoría de Gravitación de Birkhoff. Esta fue una teoría alternativa a la de Einstein y se planteaba establecer leyes sobre el espacio-tiempo y la gravitación.

Entre otros trabajos del doctor Graef en esa época están los indicados en las presentes referencias. Pero, además, fue un extraordinario maestro, sus clases se recuerdan con emoción y admiración. Los apuntes de sus lecciones son de colección por precisos, ordenados, profundos y sencillos a la vez. Su manera de explicar, matemáticamente, la Teoría de Relatividad General era, simplemente, única.

Como amigo, el doctor Graef fue una extraordinaria persona y, como tal, de alta estima por su interés en México y sus problemas, principalmente en el sector de la energía. Durante mucho tiempo, estuvo relacionado con la energía nuclear y fue un decidido defensor de la soberanía nacional en la materia.

En 1949, participó en el decreto que consideraba reservas nacionales a los minerales de uranio. Fue uno de los creadores de los organismos nucleares de México, desde la Comisión Nacional de la Investigación Científica (CNIC), adscrita a la UNAM, y sus posteriores transformaciones como CNEN, INEN e ININ. En 1968, puso la primera piedra del Centro Nuclear de Salazar.

### *Defensor de la soberanía energética de México*

En 1977-78, los doctores Carlos Graef y Alberto Barajas, junto con otros investigadores, apoyaron la lucha de los trabajadores nucleares del SUTINEN (Secciones Nucleares del SUTERM). Directa y personalmente, el doctor Graef intervino ante el

gobierno de la República para manifestar el absoluto rechazo a la división del INEN y a la privatización del uranio mexicano del cual se pretendía una desmedida exportación que sería legitimada por la ley.

Los doctores Graef y Barajas fueron nuestros amigos, en la época de los nucleares de la Tendencia Democrática que, en 1974, logramos la última propuesta positiva a la Constitución política del país. En 1974, propusimos que, al igual que en materia de petróleo y de energía eléctrica, corresponde a la Nación el dominio sobre la utilización de los combustibles nucleares para la generación de energía nuclear. Esto se agregó como párrafo 7º. al artículo 27 Constitucional, adicionando que, en México, la energía nuclear solo podrá tener aplicaciones pacíficas (Bahen 1979a).

Los materiales radiativos, se elevaron a una categoría similar a los hidrocarburos en el párrafo cuarto del mismo artículo 27. Tanto, la energía nuclear como las actividades con los minerales radiativos, se consideraron *estratégicas*, a cargo exclusivo del Estado, según quedó registrado en el párrafo cuarto del artículo 28 constitucional.

En 1977, como resultado de la lucha de los trabajadores nucleares y la sensibilidad de algunos legisladores se “congeló” la iniciativa privatizadora nuclear y, en 1978, luego de un intenso debate nacional, se aprobó la primera Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear (Ley nuclear), misma que recogió la mayoría de las propuestas que hicimos los trabajadores, y los investigadores encabezados por el doctor Graef.

La propuesta de los investigadores Carlos Graef, Alberto Barajas, Armando López, Mario Vázquez, Arnulfo Morales, Ariel Tejera y otros fue una sola, en la misma frecuencia de los nucleares de la Tendencia Democrática movilizados: defender la soberanía energética de México. Como resultado, junto con otros sectores sociales mexicanos, impedimos la privatización del uranio. En la Ley nuclear que fue aprobada, la privatización fue, sencillamente, eliminada de manera total y explícita del texto legislativo (Bahen 1979b).

## Alberto Barajas

El doctor Barajas contaba la anécdota que ocurrió en la escalinata del Palacio de Minería de la Universidad Nacional, recordada por Bracho & Montejano (1994).

2005 energía 5 (68) 39, FTE de México

“- Entonces qué Carlos: ¿nos dedicamos a las matemáticas?

“- Pues órale, Alberto: nos dedicamos a las matemáticas”.

Eso platicaba el doctor Barajas, con su simpatía inherente, cuando explicaba los inicios de él y su amigo en el campo de la ciencia, en aquel 1931, cuando no existían las carreras ni de física ni de matemáticas y la ciencia mexicana estaba por hacerse. “Quién iba a pensar –decía él mismo- en aquel momento que apenas quince años después estaría yo discutiendo sobre mi investigación con el mismísimo Einstein en su cubículo de Princeton”.

El doctor Alberto Barajas fue un entusiasta impulsor de la construcción de la Ciudad Universitaria en los 50s. También, fue director de la Facultad de Ciencias, coordinador de la Investigación Científica de la UNAM y presidente del Consejo Consultivo de la CNEN, entre otros cargos. Algunos de los trabajos de la época del doctor Barajas se indican en las presentes referencias.

“La tradición de la transmisión oral de las matemáticas tiene en el Maestro Barajas a su máximo exponente en México. Sus clases han influenciado a todas las generaciones de matemáticos mexicanos. Son un modelo de perfección y precisión. El gusto por el quehacer matemático, el placer en el razonamiento justo, la belleza de las ideas, la voluptuosidad de las palabras y la quimera de la sabiduría, se aparecen para jugar y revolotear en cada una de sus exposiciones. Barajas es la pieza clave en el aprecio que se le da en México al arte de hacer --o recrear-- matemáticas en el pizarrón. Aprecio que llega al grado de que los matemáticos mexicanos son reconocidos internacionalmente por la excelencia de sus exposiciones” (Bracho & Montejano 1994).

## Manuel Sandoval Vallarta

El doctor Manuel Sandoval Vallarta fue un destacado científico mexicano del siglo XX, relacionado con la ciencia contemporánea, incluyendo desde luego la Teoría de la Relatividad de Einstein, de quien fue contemporáneo, y la energía nuclear de la que fue pionero en México.

“Nació en México, D.F., el 11 de febrero de 1899; murió en la misma ciudad el 18 de abril de 1977. Durante su estancia en la Escuela Nacional

## 2005 energía 5 (68) 40, FTE de México

Preparatoria (1912-1916), la influencia del ingeniero Sotero Prieto lo hizo interesarse en las ciencias exactas. Estudió después en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), donde obtuvo los grados de bachiller (1921) y doctor en ciencias, especializado en física teórica (1924). Becado por la Fundación Guggenheim (1927-1928) llevó cursos adicionales de física en Berlín y Leipzig, bajo la guía de Einstein, Planck, Schrödinger, Heisenberg y Debye. (*Fuente: www.elcolegionacional.org.mx*)

“De 1923 a 1946 ocupó los cargos de profesor asociado, adjunto y titular en el MIT y de profesor visitante en la Universidad de Lovaina, Bélgica; fueron alumnos suyos, entre otros, los físicos J. Stratton y R.P. Feynman (Premio Nobel). Ingresó en El Colegio Nacional el 8 de abril de 1943 como miembro fundador. A partir de 1943 distribuyó su tiempo entre el MIT y la Facultad de Ciencias y el Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Se radicó definitivamente en la capital de la República en 1946. Impulsó el desarrollo de la investigación científica nacional, aunque ya desde el MIT había dirigido el trabajo doctoral de varios jóvenes mexicanos, entre ellos Alfredo Baños y Carlos Graef Fernández. Sandoval Vallarta publicó alrededor de 60 trabajos, principalmente sobre métodos matemáticos, mecánica cuántica, relatividad general y, a partir de 1932, rayos cósmicos.

“Premio Nacional de Ciencias Exactas (1961). Propuso la teoría de la radiación cósmica, junto con el físico y abate belga George Lemaître conocida como teoría Lemaître-Vallarta.

“Sandoval Vallarta fue presidente y vocal de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (1943-1951) y del Instituto Nacional de la Investigación Científica (1951-1963), director del Instituto Politécnico Nacional (1944-1947), miembro de la Junta de Gobierno de la UNAM (1946), subsecretario de Educación Pública (1953-1958), vocal de la Comisión Nacional de Energía Nuclear (1956-1972) y subdirector científico del Instituto Nacional de Energía Nuclear (1972-1977). Falleció en México, D.F., el 18 de abril de 1977”.

## Jerzy Plebański

Nació en Varsovia, Polonia, el 7 de mayo de 1928 y llegó a México en 1973. El doctor Plebański estuvo adscrito al Centro de Investigación y Estudios

Avanzados (Cinvestav) del IPN y se le reconoce por haber representado a “una de las tres escuelas que dieron solución exacta a las ecuaciones de Einstein” conocidas como las “autoduales en la relatividad general compleja”. Existen aplicaciones en la física teórica conocidas como “Ecuaciones de Einstein-Plebański” (Vargas 2005).

En la década de los 50s, Plebański trabajó con Leopold Infeld, uno de los fundadores de la mecánica cuántica, a su vez colaborador directo de Einstein durante muchos años. Algunos de los trabajos desarrollados con Infeld fueron sobre algunas generalizaciones de la electrodinámica no lineal y el problema del movimiento en relatividad general. Jerzy escribió un libro intitulado *Movimiento y Relatividad*.

En México, Plebański fundó el departamento de física del Cinvestav y se dedicó al desarrollo de la Teoría General de la Relatividad de Einstein. Entre otros trabajos, realizó la “clasificación del tensor de materia en relatividad general” y las ecuaciones diferenciales no lineales conocidas como la “primera y segunda ecuaciones celestes de Plebański” y la “ecuación hiper-celeste” (Galán J. 2005).

Sus artículos más importantes fueron sobre las ecuaciones de Einstein y Einstein-Maxwell, incluyendo especialmente la estructura de las ecuaciones diferenciales en sí, soluciones exactas, representación espinorial y de formas diferenciales complejas, clasificación y espacios-tiempo complejos (“cielos”) (Bretón 1995).

El doctor Plebański falleció en la Ciudad de México, el 24 de agosto de 2005.

## Referencias

- Bahen D. 1979a, *Petróleo, Uranio y Gas y Antimperialismo*, Secciones Nucleares del SUTERM.
- Bahen D. 1979b, *La Lucha por la Ley Nuclear*, Secciones Nucleares del SUTERM.
- Barajas A. 1944, *La Teoría de la Gravitación de Birkhoff y la Teoría de Einstein para Campos Débiles*, Bol. Soc. Mat. Mex. I (4-5), 41.
- Barajas A. 1945, *Sobre el Principio de Equivalencia de Einstein*, Bol. Soc. Mat. Mex. III (3), 51.
- Barajas A., Vázquez R. 1945, *Un Teorema relacionado con una Conjetura de George D. Birkhoff*, Bol. Soc. Mat. Mex. III (3-4), 61.

- Barajas A. 1989, *Contacto* 4 (1), 2.
- Barba A., Macedo C. 2005, en *El Universal on line*,  
www.el-universal.com, 11 enero 2005.
- Bracho J., Montejano L. 1994, *Barajas: El Hacedor de Sueños*, Bol. Soc. Mex. Fís. 8 (3), 107.
- Bretón N. 1995, *Gen. Rel. and Grav.* 27.10.13.
- Galán J. 2005, en *La Jornada*,  
www.jornada.unam.mx, 27 agosto 2005.
- Graef F.C. 1944, *Orbitas Periódicas de la Radiación Cósmica*, Bol. Soc. Mat. Mex. I (3), 1.
- Graef F.C. 1944, *El Movimiento de los Dos Cuerpos en la Teoría de Gravitación de Birkhoff*, Bol. Soc. Mat. Mex. I (4-5), 25.
- Graef F.C. 1945, *La Expansión del Universo en la Teoría de Birkhoff*, Bol. Soc. Mat. Mex. III (3), 43.
- Graef F.C. 1948, *Principios de Conservación de la Teoría de la Gravitación de Birkhoff*, Bol. Soc. Mat. Mex. V (1-4).
- Vargas A. 2005, en *La Jornada*,  
www.jornada.unam.mx, 26 enero 2005.

### Diálogo entre Albert Einstein y Carlos Graef:

- "Oh, Graef", dijo Einstein, "el fotón, si bien es un corpúsculo, no es como un guijarro que usted pueda arrojar por la ventana, Hay una gran diferencia entre mis fotones y las partículas de Newton".

- "Prof. Einstein", repuse, "el fluido de Birkhoff aunque es un líquido no puede beberse como Coca-Cola. Hay una enorme diferencia entre el fluido perfecto de Birkhoff y un líquido real". En ese momento descubrí que nuestros puntos de vista eran irreconciliables.

Einstein se puso de pie y con un gesto de naturalidad me palmeó los hombros. "Graef", dijo amablemente, "Usted nació rebelde. Le deseo suerte. Hasta luego". Y me dio la mano afectuosamente.

Fuente: *Contacto* 4 (1), 2 (1989).



Dr. Alberto Barajas



Dr. Carlos Graef