

## Dr. Carlos Graef Fernández (†)



Nació en Guanaceví, Durango, el 25 de Febrero de 1911, y murió en la Ciudad de México el 13 de enero de 1988. Fueron sus padres Carlos Graef Ziehl y Gudelia Fernández Espinosa. En 1938 desposó a Alicia Sánchez Castell. El joven Carlos pasó su infancia y adolescencia en la Ciudad de México en donde estudió la primaria y la preparatoria en el Colegio Alemán hasta obtener el Abitur (1922 – 1928). Al finalizar estos estudios viajó a Alemania e ingresó al Departamento de Ingeniería Civil de la Escuela Técnica Superior de Darmstadt (1929-1930). La crisis económica lo hizo volver a México e ingresó a la Escuela Nacional de Ingenieros (1931 – 1933) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y a la Sección de Matemáticas y Física de la Escuela Nacional de Ciencias Físicas y Matemáticas de la misma Universidad, en donde realizó estudios de física teórica y matemáticas (1934 – 1937). En 1937 obtuvo la beca de la John Simon Guggenheim Memorial Foundation con la cual viaja a los Estados Unidos e ingreso al Instituto Tecnológico de Massachusset (MIT) en donde, después de cuatro años de estudios e investigación, obtuvo el grado de Doctor en Ciencias en la especialidad de física teórica (1937-1940). También asistió a algunos de los cursos avanzados de astronomía y astrofísica en la Universidad de Harvard en 1940.

Graef Fernández inició sus múltiples e importantes tareas académicas y docentes como profesor de geometría analítica y cálculo en la Escuela Superior de Construcción de la Secretaría de Educación Pública (1934) y profesor de geometría superior en el Departamento de Física y Matemáticas de la Escuela Nacional de Ingenieros de la UNAM (1937). A su vuelta de los Estados Unidos, en 1941, fue nombrado profesor titular de física en la Facultad de Ciencias de la UNAM, cátedra que ocupó hasta su muerte. En el mismo año fu nombrado subdirector (fundador) del Observatorio Astronómico de Tonantzintla, Puebla (1941 – 1944). Volvió a los Estados Unidos por un breve tiempo y dio un curso de teoría de la relatividad y gravitación en la Universidad de Harvard (1944 – 1945). De vuelta a México fue nombrado investigador titular del Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (1945 – 1976), y más tarde director del Instituto de Física (1945 – 1957) y director de la Facultad de ciencias de la UNAM (1957 – 1959). También fue director fundador de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana (1974 – 1976).

Como investigador científico, Carlos Graef Fernández concentró su atención en dos campos de la física teórica: I. El estudio de las órbitas de las partículas cargadas de electricidad que se mueven en el campo magnético de la tierra, y II. La teoría de la gravitación y la teoría general de la relatividad.

En 1936 fue aceptado como miembro de número de la Sociedad Científica Antonio Alzate en la que presentó su primer trabajo titulado “Representación de un tensor por medio de seis vectores”, publicado ese mismo año en la revista *Ingeniería*. En este primer trabajo se anuncia su interés de medio siglo en las matemáticas y la física de la relatividad general.

A su llegada al MIT en 1937, Graef Fernández inició un intenso programa de investigación científica. Por sugerencia de Manuel Sandoval Vallarta, su asesor académico en el MIT, dirigió su atención al esclarecimiento de la teoría matemática del movimiento de las partículas cargadas de electricidad en el campo magnético de un imán o dipolo magnético, un problema cuya solución es esencial para el desarrollo de la teoría de los efectos geomagnéticos de la radiación cósmica.

En su primer trabajo, hecho en colaboración con S. Kusaka, estudió el movimiento de dichas cargas en el plano que contiene el ecuador magnético de la Tierra. Demostró que hay una infinidad de movimientos posibles en este plano. Clasificó los tipos de movimiento y logró encontrar expresiones matemáticas simples para describir las órbitas periódicas ecuatoriales. En 1938, con el propósito de determinar si la radiación cósmica que llega a la Tierra tiene su origen fuera de nuestra propia galaxia, Graef Fernández, Kusaka y Sandoval Vallarta usaron los resultados del trabajo anterior para calcular el cambio de dirección de las partículas de la radiación cósmica que se mueven en el plano del ecuador magnético terrestre y, tomando en cuenta la pequeña variación en el movimiento de la Tierra debida a la rotación de nuestra galaxia (la Vía Láctea), determinaron la variación diurna de la intensidad de la radiación cósmica que llega verticalmente a un punto del ecuador geomagnético.

En el trabajo que sería su tesis doctoral, Graef Fernández se ocupó del análisis de las órbitas periódicas en el caso general del movimiento en tres dimensiones. Logró reducir el problema general al estudio de las soluciones de una ecuación diferencial no lineal de segundo orden, con lo que redujo la dificultad del problema a su mínima expresión. A partir de aquí demostró que hay una infinidad de movimientos posibles. Estudió la forma de las órbitas y logró clasificar los tipos de movimientos posibles con un método matemático de su invención basado en el uso de las relaciones geométricas que quedan invariantes cuando se hacen deformaciones continuas del espacio. Los resultados de esta serie de trabajos fueron publicados en cuatro artículos en las revistas *Journal of Mathematics and Physics*, *Physical Reviews* y *Mathematical Reviews* entre 1938 y 1944. A más de medio siglo de su publicación estos trabajos de Graef Fernández siguen siendo de actualidad y son citados con frecuencia por los investigadores que estudian los movimientos caóticos de los sistemas dinámicos que cumplen con el principio de reflexión en el tiempo. En 1943, Graef Fernández se reunió en México con el gran matemático estadounidense G. D. Birkhoff, quien el año anterior había propuesto una nueva teoría de la gravitación como una alternativa a la teoría de la relatividad general de Einstein. La teoría de Birkhoff tenía la virtud de ser matemáticamente más simple y de contenido físico más transparente que la teoría de Einstein, que en aquella época parecía oscura por las dificultades de interpretación inherentes a una estructura matemática que aún no había sido suficientemente desarrollada.

En un importante trabajo, hecho en 1943 en colaboración con A. Barajas, C. Graef Fernández y M. Sandoval Vallarta, Birkhoff respondió desde México a las críticas hechas por H. Weyl a su nueva teoría. La muerte, en noviembre de 1944, le impidió proseguir con el desarrollo de sus ideas sobre la gravitación. Para Graef Fernández este trabajo fue el inicio de la tarea a la que dedicaría la mayor parte de su vida activa como investigador. En diecinueve artículos, escritos entre 1944 y 1968, Graef Fernández desarrolló sistemáticamente la teoría de la gravitación propuesta por Birkhoff. Abordó y resolvió problemas tan importantes como son: los principios de conservación en la teoría; el movimiento de dos cuerpos en interacción gravitacional; el campo gravitacional que produce un punto masa en movimiento arbitrario; los principios variacionales para el movimiento de los planetas; la expansión del Universo; el movimiento de una masa que aniquila su propio campo gravitacional; del potencial de un punto masa a las ecuaciones del campo, y varios más. Estos trabajos fueron publicados en la *Revista Mexicana de Física*, el *Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana*, los *Annals of the American Mathematical Society* y otras.

Aunque ahora casi todos los físicos admiten que la teoría de la relatividad general de Einstein es correcta y la teoría de Birkhoff ha caído en desuso, las ideas fundamentales de esta teoría, desarrolladas por Graef Fernández, tuvieron un gran alcance en su época y siguen siendo importantes hoy día pues aclaran el significado físico de las teorías de la gravitación y permiten buscar nuevos caminos para la solución de las cuestiones que aún no encuentran una respuesta satisfactoria en la teoría de Einstein.

Además de artículos científicos, Graef Fernández escribió una veintena de interesantes ensayos en los que muestra a la física y las matemáticas como una parte integral de la cultura. Entre estos destacan “Afinidades morfológicas entre las matemáticas y la pintura” [*Cuadernos Americanos* 6: 105 (1946)]; “Escultura y ciencia” [*Revista de Arquitectura* 31:35 (1950)]; “Espacio matemático y espacio físico” [Seminario de Problemas Científicos y Filosóficos, UNAM, núm. 2 (1955)]; Alejandro Humboldt” [Anuario del Seminario de Cultura Mexicana (1963)]; “Niels Bohr” [*Bol. Soc. Mex. Fís.* 8:13 (1963)]; “Mi discusión con Alberto Einstein” (*The American Scientist* 44:204 (1956)); “Viejos episodios de la ciencia en México” (*Naturaleza* 6:204 (1975)); “La serendipidad” [Anuario del Seminario de Cultura Mexicana (1975)]; “The Texcoco Project” en *Water Production Using Nuclear Power* [The University of Arizona Press, Tucson (1966)]; “Nuclear Power and Water Desalting Plants in Southern United States and Northwestern Mexico” [Atomic Energy Commission (1968)] y “Reminiscencias” [*Rev. Mex. Fís.* 30:615 (1984)].

Dedicó Graef Fernández gran parte de su esfuerzo y atención al desarrollo de la ciencia y de la industria nuclear en México. En 1946 fue delegado de México ante la Comisión de Energía Atómica de las Naciones Unidas y, años más tarde, miembro de la delegación mexicana a las conferencias sobre los usos pacíficos de la energía atómica de las naciones Unidas, en agosto de 1955 y septiembre de 1958.

Entre otros cargos importantes fue asesor científico coordinador de la Comisión Nacional de Energía Nuclear (1956 – 1963); director del Centro Nuclear de México (1964 – 1970); gobernador por México del Organismo Internacional de la Energía Atómica (1960 – 1961); delegado de México a la Conferencia sobre el Estatuto del Organismo Internacional de la Energía Atómica (1956); presidente del Grupo de Expertos en Energía Nuclear (1971 – 1977); coordinador general del Instituto Nacional de Energía Nuclear (1977 – 1978), y coordinador general de Uranio Mexicano (1980 – 1983). Contribuyó también a la formulación y discusión de los proyectos de desalación de agua por medio de la energía nuclear como jefe de la Sección Mexicana del Grupo de Estudio sobre Desalación de Agua de Mar para el Noroeste de México y Suroeste de los Estados Unidos (1967 – 1970).

La distinguida carrera científica de Carlos Graef Fernández fue ampliamente reconocida; entre los muchos honores y distinciones de que fue objeto cabe mencionar el Premio Manuel Ávila Camacho del Instituto del libro (1945), la Medalla Francisco Zarco, el Premio Nacional de Ciencias (1970), la Medalla Académica de la Sociedad Mexicana de Física y el Premio Nabor Carrillo de Ciencia y Tecnología Nucleares (1982). En 1979 la Universidad Nacional Autónoma de México lo hizo Profesor Emérito de la Facultad de Ciencias, y en 1978 su ciudad natal lo distinguió con el título de hijo predilecto de Guanaceví, Durango.

José Luis Fernández Chapou  
Alfonso Mondragón Ballesteros  
Ciudad de México, 1993

Biografía tomada del libro:

Carlos Graef Fernández, *Obra científica*, Universidad Autónoma Metropolitana (1993)