

HOMENAJE AL DOCTOR CARLOS GRAEF FERNANDEZ

Alberto Barajas, Juan Manuel Lozano y
Carlos Graef Fernández. Moderador: Francisco Ramos-Gómez

PRESENTACION

La labor del Dr. Carlos Graef como promotor del desarrollo de la física ha sido reconocida y apreciada por profesores y estudiantes de varias generaciones, por ello la Sociedad Mexicana de Física (SMF) decidió dedicar su Asamblea de septiembre de 1983, tercera del año, a rendirle homenaje. El acto fue presidido por el Presidente de la SMF, Dr. Ramón Peralta-Fabi, quien entregó al Dr. Graef la Medalla Académica. En el presidium estuvieron también los doctores Marcos Ley Koo y Manuel Peimbert, tesorero y director de la revista de la SMF, respectivamente, así como el Dr. Juan Manuel Lozano y el Dr. Alberto Barajas Celis. La ceremonia se inició con las intervenciones de los doctores Lozano y Barajas sobre la vida y obra del Dr. Graef, y culminó con las reminiscencias de éste sobre el desarrollo de la física en México. El moderador de la sesión fue el vicepresidente de la SMF, Dr. Francisco Ramos Gómez. A continuación se presentan los textos de los discursos.

FOREWORD

The work of Dr. Carlos Graef Fernández as a promoter of the development of physics in Mexico has been recognized and appreciated by teachers and students of many generations. For that reason the Sociedad Mexicana de Física (SMF) decided to devote its september meeting, third of the year, to honor Dr. Carlos Graef Fernández. Presiding the session was the President of the SMF, Dr. Ramón Peralta-Fabi, who presented

Dr. Graef with the Academic Medal. Also presiding were Dr. Marcos Ley Koo and Dr. Manuel Peimbert Sierra, the Treasurer and the Editor of the Revista Mexicana de Física, respectively, and the invited speakers, Dr. Juan Manuel Lozano and Dr. Alberto Barajas Celis. The ceremony began with Dr. Lozano and Dr. Barajas speaking about the life and work of Dr. Graef, and culminated with his reminiscences on the development of physics in Mexico. Acting as the chairman of the session was the Vicepresident of the SMF, Dr. Francisco Ramos Gómez. The texts of the speeches delivered follow.

PALABRAS DEL DR. ALBERTO BARAJAS

Distinguidos miembros del presidium, distinguido auditorio:

Franz Kafka recorrió los salones inmensos de un castillo solitario, agobiado cada vez más por un proceso insensato. Nunca supo de qué se le acusaba, ni vio nunca los rostros de los jueces que finalmente lo condenaron.

Yo también recorrí desesperado, en un momento crítico de mi adolescencia, los largos corredores de un palacio situado en la calle de San Ildefonso, al que le decían Escuela Nacional Preparatoria; nada más que con mejor fortuna que Kafka, los invisibles jueces me premiaron. Allí escuché el rumor de voces que parecían venir de todos los rumbos de la tierra y producían extrañas alucinaciones. En ese lugar, inesperada forma del paraíso, quedé sometido a todas las tentaciones de la cultura. Nunca supe por qué me mandó la sociedad a ese palacio, ni quiénes eran los personajes que me hablaban. ¿Un filósofo quizás, un profesor de historia, un matemático, o simplemente una muchacha encantadora? Esas voces no se detuvieron en mis oídos sino que se pasaron a mi sangre. Quizás mezcladas, como diría Sor Juana, con algunas infusiones de los indios hechiceros.

Todavía hoy, por ejemplo, me ocurre con frecuencia que me despierta en las altas horas de la noche la misma voz que un día me reveló:

"No hay sino anhelos, Barajas. Lo demás no existe. Por lo menos no existe vitalmente. La realidad de que habla la ciencia es una realidad pensada. Realidad solamente la tienen las cosas cuando en ellas se prende nuestro deseo o nuestra nostalgia. La India ha sabido esto mejor que nadie; por eso Buda hace de la sed la sustancia del mundo. Nos hacemos la ilusión de que somos mercaderes, pero nuestra caravana salió al desierto sólo para sentir sed. Sed de vivir, sed de conocer, sed de morir".

Otras veces, al iniciar mi clase, un amigo invisible me advierte:

La propaganda que ha recibido la ciencia en el último siglo le

ha hecho mal. Ha logrado que el hombre medio espere de la ciencia cosas que ésta no puede dar. Urge una actitud más sensata. Urge enseñar que la ciencia es algo imprevisible, que como el arte baja de quién sabe qué regiones, se produce en ciertos momentos y visita a unos cuantos seres privilegiados. Cuando se piense que la ciencia es un ejercicio que practican algunos hombres, como la poesía, el piano, la natación, la ciencia producirá el máximo beneficio. De otro modo las multitudes frustradas se revolverán contra la ciencia y tratarán de destruir los centros en que se produce.

Otras veces, al surgir violentos conflictos universitarios, alguien me recuerda:

Te pronostiqué una época de cambio, de crisis, de la lucha entre Sócrates y Don Juan. Con tu generación termina el ciclo en que la humanidad ha venerado, como a la diosa máxima, a la razón. Al debilitarse la fe religiosa, el hombre la sustituyó con la fe en la razón; pero esta fe también se está debilitando y la vida misma empieza a reclamar violentamente sus derechos. No se puede alterar impunemente la jerarquía de las cosas. Vivir es más importante que pensar. La razón es un órgano de esa realidad superior que es la vida misma.

¿Por qué cuento todo esto? Pues porque hace unos meses se me acercó un grupo de muchachos para pedirme que escribiera unas líneas sobre Graef. No sospechan lo que piden, les dije. ¿No han oído que Plotino se rehusó a que le hicieran un retrato porque pensaba que eso era legar a la posteridad la sombra de una sombra? ¿No han leído la descripción que hace Borges de su admirado maestro y amigo Macedonio Fernández? ¿No se sorprenden de que un mago de la escritura como Borges sólo logre darnos una imagen débil, fragmentaria, que nos hace inexplicable la influencia que ejerció Macedonio sobre sus amigos? Graef es una realidad tan compleja, que cualquier descripción lo simplificará excesivamente. Graef no es solamente un diseño especial de ser humano, o una forma envidiable de la inteligencia, o ruidosa de la simpatía. Graef es una época. En Graef vi realizado en vivo lo que me habían hecho sospechar las voces misteriosas de la Preparatoria. Graef significa una estilo de hacer ciencia, de amar a la ciencia, de devoción a la Universidad y a Méxi

co. Sin reconstruir el estado espiritual de mi generación en los años treintas la valoración de su personalidad será inexacta. Ustedes como discípulos tienen una visión parcial. Sus contemporáneos tenemos una perspectiva más amplia. Fue para nosotros algo completamente distinto de lo que conocíamos. Al pasar de la Preparatoria a Minería, la alegría escandalosa de un muchacho genial, que sorprendía a sus maestros de matemáticas y física, quizás a todos, me confirmó que la ciencia es producto de la vitalidad rebosante. Un juego. Un enérgico deporte del pensamiento humano.

Como a pesar de mi reticencia los jóvenes insistieran, escribí lo que sigue. Creo que lo podré leer con menos remordimientos después de este preámbulo.

CARLOS GRAEF FERNANDEZ

Para practicar el arte de la frustración no conozco mejor ejercicio que tratar de describir a Graef. Cuando el Dr. Renero me invitó a escribir una semblanza del famoso universitario mi reacción instintiva fue negarme enérgicamente; no llegué a hacerlo porque creo que nadie ha tenido el privilegio, como yo, de verlo en acción durante tantos años y tan cercanamente. Graef ha sido un espectáculo que he disfrutado, observado, analizado y tratado inútilmente de explicarme. Me sigue causando la misma sorpresa que la primera vez que lo oí, hace cincuenta años, disertando sobre teoría de los números en la Academia de Ciencias "Antonio Alzate". Dotado de pulmones poderosos, sus órganos de fonación parecen prolongación directa de su mente. El don de convertir pensamientos claros en palabras claras, fáciles de escuchar y de entender, lo ha caracterizado desde su adolescencia como un expositor insuperable.

¿No cree usted que Carlos fue la 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 pi-

dió 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 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 Dr. Harlow Shapley, Director del Observatorio de Harvard, 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.

Impresionado por el talento de Graef, Birkhoff 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, distinto del de los números reales; con Javier Barrios 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 en la Universidad de Harvard. El curso fue un gran éxito.

Los adjetivos, ¿verdad Borges?, suponen experiencias compartidas. La palabra amarillo es un misterio para quien no ha visto nunca una moneda de oro o un crepúsculo. Decir que Graef es notable por su inteligencia, su generosidad, su simpatía, su energía vital, corre el peligro de simplificarlo a mero ejemplo del favoritismo de los dioses. No fue seguramente para consentirlo que lo eligieron las deidades, sino para que realizara en México una tarea que requería de pasión científi-

ca, fuerza intelectual, lucidez y fervor nacional en dosis extraordinarias. La vida es un hecho misterioso que se debe al azar, al destino y al carácter. El acontecimiento Graef no se puede decir en pocas palabras y espacio mínimo. Es necesario algún esfuerzo para situarse en el punto de vista que permita ver la realidad que este genio ha sido; pertenece a los creadores de nuevos cauces donde corra más libremente la vida humana. Innovador de nacimiento, ha sido original sin proponérselo. Campeón estudiantil de tres mil metros planos, valiente clavadista, resistente remero, sorprendía a sus alumnos compitiendo con ellos en la barra fija que alguna vez se instaló en el patio de la Preparatoria. Lector incansable y paciente caminante, su curiosidad lo ha llevado por todos los libros y todos los caminos. Matemáticos, físicos, filósofos, detectives, franciscanos del siglo XVI, ladrones de tumbas egipcias, escritoras de tenue virtud, han enriquecido su imaginación y pulido su espíritu. Pocos músicos, creo. Muy pocos. Parece que su sentido plástico es mucho mayor que el musical. Mexicano rubio, se han mezclado en su sangre las más improbables características que le transmitieran Gudelia Fernández Espinosa y Carlos Graef Ziehl.

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 integrantes del grupo "contemporáneos", con José Gorostiza, Salvador Novo, Jaime Torres Bodet, Samuel Ramos, Jorge Cuesta... y en matemáticas Alfonso Nápoles Cándara, 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.

Aunque estudian matemáticas superiores Carrillo, Rivera, Mascanzoni y Urquijo, no abandonan la ingeniería a la que contribuyen de

modo muy importante. Graef, que había iniciado la carrera de ingeniero petrolero con gran distinción, decide no continuarla para dedicarse profesionalmente a las matemáticas.

Para Sotero era la ciencia todavía un producto que llegaba de Europa, con algunas aportaciones de los americanos, pero muy distante todavía de México. Sotero murió sin sospechar que cinco años después de su muerte en 1935, su discípulo Graef se doctoraría en el Instituto Tecnológico de Massachusetts con un trabajo de nivel internacional sobre las trayectorias periódicas de los rayos cósmicos. Este trabajo, en opinión del famoso topólogo Solomon Lefschetz, era notable por la manera tan original de atacar un problema de ecuaciones diferenciales en tres dimensiones, hasta donde él sabía, por primera vez. Un resultado principal, que todas las trayectorias periódicas cortan al ecuador magnético, quedó comprobado años más 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.

Insisto. Los jóvenes estudiantes de la Facultad de Ciencias, que ahora ven como lo más natural la posibilidad de conectarse a la investigación internacional, no saben que esa seguridad se debe en buena parte a un joven, "que parecía embarcarse entero en la gracia de cada hora", y que con risas escandalosas y trabajo inspirado y tenaz logró aclarar un poco más el misterio de las temibles partículas cargadas que nos bombardean sin descanso.

Ya desde mi clase de filosofía en la Preparatoria sé que el núcleo profundo e íntimo de nuestra personalidad es un niño, "voluntarioso e indomesticable, que siempre espera lo absurdo", y que sólo lo que este niño desea nos satisfaría por completo. No se trata de una metáfora poética sino de un hecho, del que casi nadie quiere hablar. Ocultamos esa expectación pueril de acontecimientos fantásticos que es el estímulo más poderoso de nuestra existencia. Esta imperiosa potencia del espíritu que nos impulsa a realizar lo que aún no es, se transparenta en Graef excepcionalmente; de ahí esa impresión universal de muchacho travieso que siempre ha producido. Pues bien: nadie en México ha pensado más en serio que este hombre que parece tan poco serio. Fue el primero en alertar al Gobierno para que con el uranio no se repitieran los

mismos errores que con el petróleo. Actuó con gran sensatez y acierto cuando fue Gobernador por México en el Organismo Internacional de Energía Atómica. Participó en la formulación de la Ley que creaba la Comisión Nacional de Energía Nuclear. A él se debe en México, el esfuerzo principal para trasladar los fenómenos gravitatorios del firmamento al laboratorio. Como nadie ha impulsado los estudios de la gravitación en México. Cuando se redactó el tratado de Tlatelolco, Alfonso García Robles se apoyó continuamente en los conocimientos y opiniones de Graef.

Fuente abundante de ideas, y de energía al parecer inagotable, la lista de tareas que ha realizado no indica sólo los cargos que por su vocación le correspondían, sino las responsabilidades que los demás le hemos impuesto por creerlo insustituible. Gobernantes, amigos y discípulos somos beneficiarios de su erudición, su talento y su alegría.

En *Las puertas de la percepción* nos cuenta Huxley el efecto que le produjo tomar medio gramo de alcaloide alucinante disuelto en agua. Creía que por unos instantes, por lo menos, visitaría esos mundos extraños, para ellos tan familiares, que nos han descrito Blake o Swedenborg. Esperaba ver, con los ojos cerrados, inverosímiles geometrías de colores, o arquitecturas vertiginosas, torrentes de joyas, paisajes con figuras heroicas, o sentir que se aproximaba a la revelación definitiva y última. Pero no pasó nada de esto. El mundo al que fue transportado no era el de las visiones sorprendentes, sino el que ya existía allí, afuera, el que se podía ver con los ojos abiertos. El gran cambio no ocurrió en el mundo subjetivo, sino en el de los hechos objetivos. Una hora y media después de tomar la cápsula vio lo que debió ver Adán la mañana de su creación: el milagro, minuto a minuto, de la pura existencia. ¿Es agradable? le preguntó alguien. Ni agradable, ni desagradable, le contesto. Simplemente ES.

Algún lunes, cuando Graef nos contó el viaje que había hecho la víspera para conocer un pequeño pueblo, de cuyo nombre no puedo acordarme, en el que todavía sobrevivía una joya arquitectónica del siglo XVI, Nabor Carrillo no pudo contener la risa. ¿Por qué suenan tan festivos algunos hechos cuando los narra Carlos? me comentó. Pues porque creo que Carlos logra abrir, para sus amigos, las puertas de la percep-

ción.

Nace Graef el 25 de febrero de 1911, Nabor tenía dos días, en Guanaceví, Durango, donde su padre trabajó un tiempo como ingeniero de minas. El mayor de tres hermanos, le siguen Hermann, un médico muy distinguido y Laura una mujer muy inteligente. En México estudia en el Colegio Alemán cuyos maestros lo califican como "ein mathematisches Talent". Pasa 1929 y 1930 en la Escuela Técnica Superior de Darmstadt, Alemania, y entra a la Escuela Nacional de Ingenieros en 1931. Llama la atención de Sotero Prieto, su maestro hasta 1935, año de la muerte de Sotero. Se relaciona en esta época con Alfonso Nápoles Gándara, Manuel Sandoval Vallarta, Mariano Hernández y Dirk Struik. Obtiene la beca Guggenheim en 1937 para estudiar en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, donde se doctora en 1940 con la tesis "Orbitas periódicas en la radiación cósmica primaria", propuesta por Manuel Sandoval Vallarta. Permanece algún tiempo en la Universidad de Harvard donde se familiariza con muchos problemas astronómicos y trata a Luis Enrique Erro, quien le pide su colaboración para fundar el Observatorio Astrofísico de Tonantzintla. Casado en 1938 con Alicia Sánchez Castell ha tenido tres hijos: Alicia, eminente doctora en medicina nuclear, Carolina, destacada abogada y Carlos imaginativo ingeniero. Sus tareas aumentan vertiginosamente. Sucesivamente es Director del Instituto de Física, de la Facultad de Ciencias, Gobernador por México del Organismo Internacional de Energía Atómica, Asesor científico de la Comisión Nacional de Energía Nuclear, Jefe de la Sección Mexicana del Grupo de Estudio sobre Desalación de Agua de Mar, que formaron México y Estados Unidos. En fin, en el desarrollo científico de nuestro país ocupa un lugar excepcional. Su presencia ha sido muy importante, a veces decisiva, para la creación de la Facultad de Ciencias, del Instituto de Matemáticas, de la Sociedad Matemática Mexicana, de la Sociedad Mexicana de Física, del Observatorio de Tonantzintla, del Laboratorio Van de Graaff, de la Comisión Nacional de Energía Nuclear, del Laboratorio de Ultracentrífugas, para la participación activa de México en el Organismo Internacional de Energía Atómica. Nadie más que él ha estado dispuesto siempre a contribuir con su inteligencia y su incalculable energía al progreso de nuestro país. Sólo Luz María Almanza, que lo ha pasado a máquina, tiene

idea del caudal de palabras vertidas en conferencias, artículos científicos, correspondencia con instituciones extranjeras, informes. Y en medio de esta actividad abrumadora se mantiene viva, desde que era estudiante, su obsesión por la fuerza más obvia, la más presente a todas horas en nuestras vidas. Benéfica y terrible, mantiene ceñida a la tierra la delgada capa de aire que ha hecho posible la vida humana, pero estrecha aviones y empuja autos al abismo. Ha suscitado los deportes invernales, el tenis, el fútbol, los saltos de caballo, y ha destruido muchos edificios durante los temblores. Da estabilidad a una galaxia, o amenaza con hacerla desaparecer en un agujero negro. A pesar de Newton, Einstein y Birkhoff, el espectáculo de una manzana que cae sigue siendo tan misterioso como para nuestros abuelos de Cromagnon. Creo que es sobre el problema de la gravitación que Graef ha realizado sus trabajos más importantes, y sus enseñanzas han influido más en las nuevas generaciones. Por su distinción en este campo la Sociedad Matemática Americana lo invitó al Simposio sobre Orbitas, en 1957, en Nueva York, y se le otorgó el PREMIO NACIONAL DE CIENCIAS 1970.

He hablado de los frutos que ha producido su asociación con Vallarta, Birkhoff, Carrillo, Erro, Vizcaíno Murray, García Robles, y de los beneficios que de su inteligencia hemos disfrutado todos sus amigos; pero solamente he insinuado algo que me parece esencial.

Lo que yo quiero decir es lo siguiente: que el hombre es un juguete en la mano de Dios, y que eso, poder ser juego, es precisamente y en verdad lo mejor en él. Por tanto todo el mundo, hombre o mujer, debería hacer de los más bellos juegos el verdadero contenido de su vida, contrariamente a la opinión que ahora domina. Juego, broma, cultura, afirmamos, son lo más serio para nosotros los hombres.

Las anteriores palabras me las hizo notar mi maestro de filosofía y las he recordado muchas veces. Se escribieron hace más de 2000 años y son nada menos que de Platón. Aparecen en el libro VII de las Leyes. Según el filósofo, el temple sentimental del alma culta es ese delicado equilibrio de seria travesura, parecido al que requiere la práctica de un deporte. Significa un esfuerzo, pero espontáneo y lujoso, que brota irresistible de las fuentes secretas e irracionales de la vitalidad.

La risa es una contribución humana al repertorio expresivo de los seres vivos. Es un elemento del lenguaje que todavía no reglamentan los gramáticos. Hay la risa burlona, la de despecho, la vengativa del que ríe al último, la llena de gracia de los niños; la que las mujeres usan con frecuencia como arma irresistible.

En cuento a la risa estrepitosa de Carlos Graef, creo que "en el rodar de sus carcajadas" descubriría Platón el eco de aquellas voces, que en su Academia, hablaban con pasión de geometría.

Para terminar le pido a Platón que me permita calumniarlo atribuyéndole esta sentencia:

El ignorante que confunde la palabra "paideia" (cultura), con la palabra "paidiá" (jovialidad), a la postre tiene razón; pues las virtudes que esos vocablos designan se mezclan de tal manera en el hombre sabio que llegan a ser indistinguibles. Este adjetivo, sabio, debe usarse con mucha cautela. Significa: hecho de autenticidad y lucidez.

PALABRAS DEL DR. JUAN MANUEL LOZANO

Cuando Ramón Peralta me invitó a que hablara acerca de Carlos Graef inmediatamente dije que sí porque se me hace muy fácil. Conozco a Graef desde hace treinta y siete años y se muchas cosas de él. Sin embargo el problema era de qué hablar, pues había que escoger algún aspecto de su personalidad, y entonces hay muchísimas posibilidades. Entonces se me ocurrió que el título y tema de esta plática podrían ser un pleonasma: "Graef y el entusiasmo por la ciencia".

Se trata de un pleonasma, porque en México Graef es la personificación del entusiasmo por la ciencia.

Una vez escogido como tema ese pedazo de la personalidad de Graef como sembrador de entusiasmo, he de decir que si estoy aquí es, en parte, por culpa de Graef. No es el único culpable, pero sí es uno de los principales. Creo que tengo que explicar un poco esto. Conocer a Graef cuando uno era terriblemente joven (yo tenía 17 años cuando lo conocí) era una experiencia muy singular, era ver a un tipo chaparro. güero, gordo pero muy ágil, que tenía la peculiaridad de que al hablar de ciencia, principalmente si se trataba de física o de matemáticas, hacia que el que lo oyera adquiriera de inmediato un interés por la ciencia, pero no sólo porque la ciencia es importante, ni tampoco era la ciencia por la ciencia; se trataba más bien de la ciencia por la vida; era descubrir que estudiar física o matemáticas nos hacía vivir más plenamente lo que nos estimulaba y atraía enormemente.

Los estudiantes de mi generación, que llamo la generación bohemia dentro del desarrollo de la física en México, estudiábamos física por que profesores como Graef nos hacían ver que la física es interesantísima, y estudiábamos matemáticas porque, como todo el mundo sabe, es una de las bellas artes y cuando uno tiene la fortuna de oír a personas como Graef o Barajas hablando de matemáticas, su belleza se percibe desde luego.

Quiero citar aquí al conocido físico Pascual Jordan, que dijo que nadie entiende matemáticas si no ha encontrado la belleza en ellas. Pues bien, era muy sencillo encontrar la belleza en las matemáticas con

profesores como Graef, que daba unas clases excelentes, que yo llamo a prueba de tarugos, porque era imposible no entenderlo; cualquier persona, por tonta que fuera, acababa por entender.

Graef tiene el don de dar clases amenas e interesantes, sus cursos siempre fueron extraordinariamente claros, muy diáfanos. Salía uno de sus clases diciendo: "ya entendí"... "que interesante está esto"... o cosas por el estilo. Pero no sólo era entender, sino apreciar y contagiarse del entusiasmo por la física y las matemáticas.

Los alumnos de Graef no éramos los únicos que nos interesábamos en la ciencia. Cuando una persona cualquiera, aunque no se dedicara a estudiar física, asistía a una conferencia de Graef, descubría que la ciencia es muy interesante y atractiva. Se trata de otro don especial, el de generar interés y entusiasmo, el de hacer que se capte la belleza, la emoción, la vitalidad de la ciencia por parte de personas que tienen otras actividades. Es muy importante que cualquiera que se dedique a la ciencia no la convierta en algo aburrido, esto es antivital. La ciencia debe mostrarse como algo muy vivo, muy atractivo, como una hermosa muchacha. Y esto es lo que hacía Graef; nos presentaba la física y las matemáticas como una muchacha con la que uno quisiera estar para conversar y acariciar. Y así, el entusiasmo de Graef se nos contagiaba.

Quiero ahora hacer un comentario curioso acerca de sus clases y que se refiere a lo que se podría llamar un acto de transformismo, porque a lo largo de sus clases Graef se transformaba en un fantasma totalmente blanco; esto era así debido a que los gises eran aún más malos que los de ahora, el pizarrón era de cartón arrugado pintado de negro y en lugar de borrador había un pedazo de jerga. Entonces Graef, que tenía la manía de llevar un puño de gises que rompía en pedazos y ponía a lo largo del riel del pizarrón para tener siempre un gis a la mano, empezaba la clase escribiendo con letras enormes y llenaba pizarrones y pizarrones y tenía que borrar con el trapo, de modo que una hora después estaba cubierto de polvo de gis, blanco el pelo, blancas las pestañas, blanco el traje, todo blanco como un fantasma.

Pero el entusiasmo de Graef no sólo se contagiaba en las clases, también era importante conversar con él. Platicar en el pasillo, plati-

car en el Instituto o platicar en el café era una experiencia muy interesante. El tema de conversación podía ser física, podía ser filosofía, podía ser historia, pero cualquiera que fuera el tema, Graef lo hacía fascinante. Si se hablaba de filosofía le daban ganas a uno de estudiar filosofía, si hablaba de historia quería uno aprender historia, si el tema era de deportes entonces daban ganas de hacer deporte. Esto último quizá se deba a que Graef había sido campeón de carreras, lo que también tiene su chiste.

Para terminar quiero referirme a un aspecto en el que el entusiasmo de Graef fue muy importante. Con el fin de que se entienda tengo que describir, aunque sea muy brevemente, cómo era la Facultad de Ciencias en la época en que empecé la carrera.

El número total de alumnos de los departamentos de física y matemáticas, incluyendo los de doctorado, éramos alrededor de veinte o veinticinco. La actividad científica en física y en matemáticas no estaba ni siquiera en pañales, estaba encuerada como corresponde a una recién nacida. Y sin embargo esa Facultad tan chiquita tenía mucha importancia en el Consejo Universitario porque tenía aproximadamente el 10% de los votos, ya que además del director y de los consejeros, profesor y alumnos, estaban los directores de los institutos ligados a la Facultad en la que eran profesores. Yo creo que no faltaban autoridades universitarias que hubieran querido que desapareciera esa rara y desproporcionada Facultad si no fuera porque un pequeño grupo de entusiastas como Graef, Barajas, Carrillo, Nápoles Gándara, los convencieron de que la ciencia es importante. El haber mantenido la existencia de la Facultad y de los institutos, que hubiera un lugar en el que la ciencia se enseñara y se investigara, no fue tarea fácil. Ahora la Facultad tiene miles de estudiantes y cientos de profesores, es otro mundo, pero que tiene su origen en aquel mundo en el que Graef jugó un papel absolutamente central. Gracias.

PALABRAS PRONUNCIADAS POR EL DR. CARLOS GRAEF
FERNANDEZ DURANTE EL HOMENAJE QUE LE RINDIO
LA SOCIEDAD MEXICANA DE FISICA

Estoy profundamente agradecido con la Sociedad Mexicana de Física por el homenaje que se me ofrece ahora. Doy las gracias más sinceras a su presidente, Dr. Ramón Peralta, por la entrega de la medalla que me acaba de hacer como símbolo de distinción. Me conmovieron mucho las palabras que sobre mí dijeron mis amigos Alberto Barajas y Juan Manuel Lozano.

Mientras escuchaba al Dr. Barajas estaba gozando del valor estético de su pieza oratoria y admirando la sucesión de frases maravillosas, cuando de pronto me di cuenta de que esas frases se decían sobre mí y entonces aumentó a un grado muy grande el placer que disfrutaba al escuchar su elocución, ya que al deleite estético se sumó la emoción de escuchar los elogios de un amigo muy querido. Me halagó mucho lo que dijo mi antiguo alumno y querido amigo, el Dr. Juan Manuel Lozano, sobre mí. Aquilato especialmente que presentara rasgos humanos de mis relaciones con los alumnos de su época de estudiante. Aprecio las anécdotas y recuerdos que expuso.

Actualmente estamos viviendo un auge increíble de la física en el mundo. En México ha habido un progreso extraordinario desde que se fundó la carrera de físico-matemático hace cincuenta años. Parece que este movimiento en la física es para siempre, que ya nunca volveremos a retroceder, que lo logrado nunca volverá a deshacerse. Sin embargo, hay que recordar que en el pasado hubo en México un surgimiento del interés por la física que después se apagó y que no tuvo proyección hacia el futuro. Me refiero al movimiento científico en la Nueva España a finales de la Colonia, en el ocaso del siglo XVIII, cuando se fundó el Real Seminario de Minería. En esa época vinieron de España varios profesores a impartir cursos en la nueva institución. No se trataba de profesores extranjeros, venían de España a la Nueva España. No todos los profesores del Real Seminario de Minería llegaron de España; unos fueron nacidos en México, criollos y mestizos. El que sustentó la primera clase de mecánica, en 1795, fue Dn. Antonio de León y Gama, nacido en esta Ciudad de México. El año anterior, 1794, se había iniciado una cátedra de física, la de hidráulica y neumática de los gases, que sustentó Dn. Francisco Antonio Bataller.

Los profesores españoles que vinieron a México a impartir cursos

en el Real Seminario de Minería, tenían una excelente formación europea. Ellos habían estudiado en la Academia de Minas de Freiberg, en Alemania. La ciencia que ellos exponían en sus clases era la de actualidad. Es interesante notar que la primera clase de física newtoniana que se impartió en México fue la cátedra de Francisco Antonio Bataller en 1794. En la Real y Pontificia Universidad de México se enseñaba física de Aristóteles. Me han informado investigadores que conocen muy bien la época de finales de la Colonia, que quizá se impartió física newtoniana en algún colegio en México antes que en el Real Seminario de Minería.

El primer registro documental que se conoce de la enseñanza de la física newtoniana en instituciones oficiales en México es el de la cátedra de hidráulica y neumática de los gases de Dn. Francisco Antonio Bataller en 1794 en el Real Seminario de Minería, que estaba ubicado en lo que ahora es calle de Guatemala, números 88, 90 y 92. Fue hasta 1815 que se trasladó el Real Seminario al Palacio de Minería, construido por Dn. Manuel Tolsá. En este palacio se inició el auge actual de la física en México. Cuando llegaron los profesores españoles en 1792 no existía el palacio. Antes de terminarse su construcción, en 1813, empezaron a impartirse en el edificio las cátedras de física, de mineralogía y de geología. Tanto el auge que tuvo la enseñanza de la física en México a fines del siglo XVIII, como el inicio del auge actual están íntimamente ligados con la enseñanza de las ciencias físico-matemáticas en la Escuela de Ingeniería.

Entre los profesores españoles que vinieron al Real Seminario de Minería había personajes muy notables, como Dn. Fausto Elhuyar, descubridor, junto con su hermano, del elemento tungsteno y conocido mundialmente. Otro científico destacado que llegó de España al Real Seminario, fue Dn. Andrés Manuel del Río. Al analizar éste unos minerales de Zimapán, Hidalgo, encontró un elemento nuevo, que él llamó eritronio. Por una serie de circunstancias desafortunadas no se confirmó a tiempo su descubrimiento. El eritronio de Dn. Andrés Manuel del Río lleva ahora el nombre de vanadio, en homenaje a la diosa escandinava Vanadis; el nombre se lo dio su redescubridor, el científico noruego Sefstrom.

Es muy probable que ese primer florecimiento de las ciencias fi-

sicas y matemáticas que se inició en México en 1792, al fundarse el Real Seminario de Minería, se haya extinguido debido a la profunda transformación que sufrió el país durante la guerra de independencia y en el período de gran agitación política y social que siguió a ésta. Se siguieron impartiendo cursos de física en el Palacio de Minería a los candidatos a ser ingenieros mineros, pero el entusiasmo por la ciencia que hubo a fines del siglo XVIII y en los albores del siglo XIX decayó.

La Real y Pontificia Universidad de México tuvo una historia trágica durante el siglo XIX. Los liberales la consideraron un baluarte de las ideas conservadoras y la cerraron cada vez que asumieron el poder. Siendo Vicepresidente de la República, Encargado de la Presidencia, Dn. Valentín Gómez Farías, cerró la Universidad en 1833. El gobierno conservador de Dn. Antonio López de Santa Anna la reabrió el año siguiente. La última clausura de la Universidad ocurrió durante el siglo XIX, en 1861, siendo Presidente Dn. Benito Juárez.

Desde que se fundó el Real Seminario de Minería hubo en México una Escuela de Ingenieros. Cuando Dn. Valentín Gómez Farías clausuró la Universidad en 1833, la dividió en Establecimientos de Estudios Mayores y a éstos les agregó el Establecimiento de Ciencias Físicas y Matemáticas, en el que se convirtió al Real Seminario de Minería. En el Palacio de Minería se enseñó la física durante el siglo XIX como parte del acervo científico del ingeniero. En este maravilloso edificio se inició el segundo auge de las ciencias físicas y matemáticas en México. En la década de 1930 a 1940 se impartieron cátedras de física y de matemáticas a un nivel superior del de los cursos para la formación de los ingenieros.

Cuando Dn. Justo Sierra vuelve a crear la Universidad de México en 1910, siendo Ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes del Gobierno del General Porfirio Díaz, funda en esta institución una Escuela de Altos Estudios. Entre 1912 y 1914 se impartieron allí un curso teórico de física, por Dn. Valentín Gama, y un curso práctico, por Dn. Joaquín Gallo. En 1924, siendo Rector de la Universidad Nacional de México Dn. Ezequiel Chávez, se transformó la Escuela de Altos Estudios en Facultad de Filosofía y Letras y allí se siguieron impartiendo cátedras de física y matemáticas a un nivel superior que las materias correspondientes a los planes

de estudio de ingeniería. Pero la efervescencia científica y el renacimiento interés en las ciencias exactas en esos años ocurrió en el Palacio de Minería. Dn. Sotero Prieto impartió una cátedra de Mecánica Analítica en la Facultad de Filosofía y Letras, en la que exponía los principios variacionales de esta disciplina. Sustentó un curso de Historia de las Matemáticas en esa misma institución. En Minería dio la clase de funciones de variable compleja. Dn. Alfonso Nápoles Gándara que regresó en 1932 de los Estados Unidos, en donde había realizado estudios especiales de matemáticas en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, impartió cursos de cálculo tensorial que Alberto Barajas y yo estudiamos con ahínco y en los que adquirimos conocimientos que más tarde nos fueron muy valiosos para nuestras investigaciones en la teoría de la gravitación. Más que por los conocimientos que nos transmitieron aquilatamos las enseñanzas de Dn. Sotero Prieto y de Dn. Alfonso Nápoles Gándara por el estímulo que significaron para avivar nuestro interés por las ciencias exactas.

En 1929 nuestra Universidad conquista su autonomía y resurge como Universidad Nacional Autónoma de México. En 1934 el Rector Dn. Manuel Gómez Morín, reestructuró a la Universidad y creo la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas que abarcaba a la Escuela de Ingenieros, a la Escuela de Ciencias Químicas y a una Sección de Física y Matemáticas. En esta última se creó la carrera de físico-matemático en la que nos inscribimos Alberto Barajas y yo. Varios alumnos de la Escuela de Ingenieros llevaron cursos aislados de esta carrera para profundizar sus conocimientos científicos. La Sección de Física y Matemáticas estaba ubicada en el Palacio de Minería, albergue de la Escuela de Ingenieros. La vecindad en el espacio de los dos establecimientos fue muy fecunda. Los profesores de la Sección de Física y Matemáticas eran profesores de la Escuela de Ingenieros que sentían un amor especial por las ciencias exactas. Los que se dedicaban entonces a la enseñanza de estas materias tenían que impartir muchas horas de clase diarias para poder reunir una remuneración decorosa. No había instituto de física ni de matemáticas, y el único ingreso para ellos era el de su labor docente. Tenían que robarle horas al sueño para estudiar aspectos científicos superiores. No se compensaba la investigación ni el esfuerzo enorme del autodidacta para adquirir conociemien-

tos. Dedicarse a las ciencias físico-matemáticas en esa época significaba hacer un gran sacrificio y enormes esfuerzos. Pero a pesar de las circunstancias tan desfavorables desde el punto de vista económico, hubo hombres como Sotero Prieto y Alfonso Nápoles Gándara que dedicaron su vida a la ciencia.

En el año de 1935 hubo una nueva estructuración de la Universidad. Desaparece la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y vuelven a aparecer la Escuela de Ingenieros y la Escuela de Ciencias Químicas. La Sección de Física y Matemáticas sobrevive como parte de la Escuela de Ingenieros, hasta convertirse en 1939 en la Facultad de Ciencias que incluye además un Departamento de Biología.

Dice el ilustre médico Dn. José Joaquín Izquierdo, catedrático de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México, e historiador de la Ciencia, que el Real Seminario de Minería fue la primera casa de la ciencia en nuestro país. Allí se realizó, como ya dijimos, el primer auge en física y en matemáticas. Al mismo tiempo florecieron, allí la mineralogía, la geología y la química. En el Palacio de Minería que fue albergue del Real Seminario, se inició, en la década de 1930 a 1940, el segundo auge de las ciencias físicas y matemáticas que estamos viviendo actualmente. La Escuela de Ingenieros proporcionaba en aquella época a los jóvenes interesados en las ciencias exactas. Al principio no había candidatos que llegaran directamente de la Escuela Preparatoria a estudiar la carrera de físico-matemático. Los alumnos de la Sección de Física y Matemáticas eran alumnos de la Escuela de Ingenieros que tenían un interés especial en las materias científicas.

La mayor parte de los que estudiaban los cursos especiales de física y matemáticas terminaron la carrera de ingeniero y se dedicaron con éxito a esa profesión. De mi generación recuerdo a Nabor Carrillo, a Ernesto Rivera, a Bruno Mascanzoni y a Miguel Urquijo que se apasionaron por las materias científicas pero que dedicaron sus vidas a la ingeniería y fueron brillantes profesionistas. Alberto Barajas y yo también acudimos a la Universidad con el propósito de llegar a ser ingenieros, pero fascinados por los encantos de la física y las matemáticas abrazamos carreras científicas.

Durante toda la época en que la formación de físicos y matemáticos se realizó en el Palacio de Minería, hubo una captura, muy fecunda para la ciencia, de alumnos de ingeniería. Juan Manuel Lozano y Francisco Medina Nicolau son dos conquistas muy valiosas de esos años. Javier Barros Sierra terminó las dos carreras, la de ingeniero y la de matemático y fue un brillante rector de nuestra Universidad.

Al cambiarse las facultades y escuelas de la Universidad Nacional Autónoma de México, de sus viejos recintos en la Ciudad a sus magníficos albergues en la Ciudad Universitaria en 1952, se ganaron muchos valores nuevos, pero también se perdieron algunos valores muy queridos y apreciados. Por razones de desarrollo histórico las facultades y escuelas se trasladaron a Ciudad Universitaria como ínsulas intelectuales, como lo habían sido en la Ciudad de México. Había muy poco contacto académico entre un plantel y otro por su distinta ubicación geográfica en la urbe. De ese modo se fueron las dependencias universitarias a su nueva ciudad. Cada una se trasladó como ínsula. En el pedregal no se establecieron los vínculos que no habían existido en el centro. Algunos universitarios teníamos la esperanza de que al estar todos en la Ciudad Universitaria se propiciara un mayor contacto espiritual; que los cursos de materias iguales que se imparten en planteles distintos pudieran ser un lazo de unión intelectual. Por ejemplo, soñábamos que todos los universitarios que tuvieran que adquirir conocimientos de geometría analítica llevaran ese curso en un Departamento de Matemáticas y tuvieran de compañeros a estudiantes de muy diversas facultades, todos escuchando al matemático profesional que impartiera la enseñanza. La inercia de la costumbre fue un obstáculo infranqueable para este sistema que hubiera logrado un acercamiento espiritual entre todos los universitarios. En muchas estructuras universitarias del mundo, como en los EE.UU. y en Europa ocurre esto cotidianamente. Al pasar a Ciudad Universitaria se perdió el lazo de unión que había entre la Facultad de Ciencias y la Facultad de Ingeniería.

Otro rasgo que distingue a la estructura de nuestra Universidad Nacional Autónoma de México de las grandes universidades europeas y estadounidenses es la forma en que se realiza la investigación científica. En nuestra universidad se practica la investigación principalmente en ins

titutos que tienen ese objetivo y sólo de un modo ocasional en las facultades. En el extranjero la investigación la llevan a cabo principalmente los profesores de las facultades. El catedrático tiene poca carga docente y tiene tiempo para investigar. Cuenta con los laboratorios y cubículos para poder trabajar en esta tarea. El profesor es a la vez investigador. En nuestra universidad hay un gran número de profesores que practican una profesión y que dedican una pequeña parte de su tiempo a sus labores académicas. En estas condiciones no tienen tiempo ni medios para realizar investigaciones. Los institutos practican la investigación científica. El personal puede, si quiere, impartir además cursos, pero su labor principal es la de investigar. Nuestra universidad no pudo convertir a todos sus maestros en profesores de tiempo completo. Gran parte del personal docente no hubiera aceptado dejar sus labores profesionales y dedicarse exclusivamente a la Universidad. Por otra parte la Universidad no tiene los medios económicos para poder ofrecer puestos de tiempo completo a todo su personal académico. En el extranjero hay unos cuantos casos de institutos dedicados exclusivamente a la investigación científica, como el del Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, EE.UU., en el que además de investigación, sólo hay seminarios, coloquios y cursos especiales para graduados. El instituto no es una institución de docencia, sino de investigación. La Universidad Autónoma Metropolitana se organizó en México con la estructura de las grades universidades europeas y estadounidenses. Se contrató para una dedicación completa a casi todo el personal académico. Los profesores tienen una carga docente mínima y la obligación de dedicar gran parte de su tiempo a la investigación. No hay en esa universidad institutos de investigación científica además de las divisiones de enseñanza. Lo que hace difícil sostener en México un sistema de esa índole es la increíble presión demográfica en las instituciones de enseñanza. Hasta ahora no ha sido posible acotar el número de estudiantes en nuestros planteles de enseñanza superior. Al crecer la población estudiantil incontinentemente no se puede sostener un personal académico con poca carga docente. Al aumentar la ocupación docente de los profesores, éstos tienen cada vez menos tiempo para investigar. Por eso parece que el sistema de realizar la investigación en institutos *ad hoc* es necesa

rio en países de crecimiento vertiginoso de la población universitaria, como México.

Los que tuvimos la fortuna de participar en el nacimiento del desarrollo explosivo de la física y las matemáticas que estamos viviendo ahora, también tuvimos el privilegio de que nos inspiraran los maestros que originaron ese movimiento, que lo crearon e impulsaron. Sotero Prieto, cuyo centenario de su nacimiento se celebrará el año próximo de 1984, provocó en muchos ingenieros el entusiasmo por las matemáticas. A algunos nos inspiró a dedicarnos de cuerpo entero a la ciencia. No era su éxito económico el que nos fascinaba como ejemplo a seguir. Él tenía que reunir una remuneración exigua, dedicándose desde la mañana temprano hasta la noche a dar clases, tarea muy fatigosa. Lo que nos inspiraba de él era su entrega completa a la ciencia, sus lecciones ejemplares, la claridad de su inteligencia y su amor apasionado por las matemáticas. La personalidad y las enseñanzas de Dn. Alfonso Nápoles Gándara nos indujeron, a Alberto Barajas y a mí, a seguir el camino de la física y las matemáticas. Fuimos los dos primeros alumnos de tiempo completo de la carrera de físico-matemático.

Mi papá era de origen alemán, pero no era ni autoritario ni imponía a sus hijos una disciplina agobiante. Cuando le comunicué que había dejado el estudio de la ingeniería para dedicarme de lleno a la carrera de físico-matemático, no me reclamó ni se enojó. Me miró con tristeza y me preguntó: "¿ya te fijaste como viven en México las personas dedicadas a la física y a las matemáticas?". Yo le contesté que a pesar de eso quería yo dedicarme a esas ciencias. Entonces me dijo: "si eso es lo que quieres, está bien".

Yo tuve la fortuna de que en 1937 se me otorgara una beca de la John Simon Guggenheim Memorial Foundation para hacer estudios del doctorado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts. Estuve en esa institución desde 1937 hasta 1940, año en que obtuve el Doctorado en Filosofía, equivalente al Doctorado en Física de nuestro sistema universitario. Al regresar a México en 1941 encontré un panorama científico muy distinto al que yo había dejado en 1937. Existía ya una Facultad de Ciencias desde 1939, lo mismo que un Instituto de Física desde ese mismo año y un Insti-

tuto de Matemáticas. Estuve trabajando en el Observatorio Astrofísico de Tonanzintla, Puebla, como Subdirector durante tres años. Después me invité a colaborar mi maestro, Dn. Alfonso Nápoles Gándara, en el Instituto de Matemáticas. En 1945 fui nombrado Director del Instituto de Física, puesto que desempeñé hasta 1958, año en que la Junta de Gobierno de la Universidad Nacional Autónoma de México me nombró Director de la Facultad de Ciencias.

Ahora hay en México muchas instituciones en las que puede colaborar un físico que recientemente haya terminado su carrera. En nuestra Universidad están los Institutos de Física, de Astronomía, de Geofísica, de Ciencias del Mar, el Centro de Estudios Nucleares, la Facultad de Ciencias y el Centro de Estudios de la Atmósfera. Se hace además investigación en física en el Centro de Investigación y Estudios Superiores del Instituto Politécnico Nacional. Se cultivan las ciencias físicas en la Escuela Superior de Física y Matemáticas de ese Instituto y en la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana. También en provincia han surgido varios centros en que se cultiva la física.

En la Facultad de Ciencias hay un fuerte movimiento de autoridades, profesores y alumnos por que se establezcan programas de investigación. Sería muy fecundo para el desarrollo de la ciencia en México en el porvenir, si en las instituciones de enseñanza superior se realizaran sistemáticamente investigaciones científicas.

Volvamos unos instantes la mirada hacia uno de los principales inspiradores del movimiento científico actual en México, hacia Sotero Prieto. Yo creo que este gran maestro era del linaje de los pensadores de los que decía el poeta alemán Goethe: "yo me declaro del linaje de esos que de lo oscuro aspiran a lo claro". Sotero Prieto sentía un deleite espiritual máximo al entender con claridad alguna estructura mental complicada y a exponerla, iluminada con la luz meridiana de su claro entendimiento, a sus alumnos. No todos los pensadores son del linaje de los que de lo oscuro aspiran a lo claro. Algunos tienen una vorágine de ideas en terrible confusión. De esta turbulencia surge de pronto una joya del pensamiento, lógicamente estructurada, que nos deslumbra por su be

lleza. Sotero Prieto tenía la ambición de iluminar todo el proceso del pensamiento, de esparcir claridad en todas las ideas. Con motivo de los 45 años transcurridos desde la muerte de Dn. Sotero Prieto se le rindió un homenaje en la Facultad de Ingeniería. En la ceremonia dijo el maestro Dn. Alfonso Nápoles Gándara que Sotero Prieto había sido como Sócrates, que presentaba las ideas con claridad meridiana por medio del diálogo. En sus clases, Dn. Sotero Prieto nos hacía redescubrir los conocimientos científicos llevándonos hasta ellos paso a paso, obligándonos a encontrar cada eslabón en la cadena de ideas que conduce al resultado. Este método es ideal y deja una profunda satisfacción intelectual. Lo único que se le puede objetar es que es muy lento y sólo puede utilizarse cuando no tiene el profesor prisa por cubrir un programa. Desgraciadamente aumenta día a día la cantidad de material que hay que transmitir a los alumnos y no es posible hacerlo en forma socrática. El único camino sería el de exponer uno que otro conocimiento clave, con el estilo de Dn. Sotero Prieto, y transmitir el resto de la información con rapidez. Es mucho más valiosa la inspiración que un maestro pueda encender en sus alumnos que la cantidad de información que les pueda transmitir, ya que esta última se encuentra en libros y artículos.

Otro de los iniciadores del auge de las ciencias exactas en el siglo XX en México, fue Dn. Alfonso Nápoles Gándara. El es el primer mexicano que estudió en los Estados Unidos cursos superiores de matemáticas. Disfrutó de una beca que le otorgó la John Simon Guggenheim Memorial Foundation. Regresó del Instituto Tecnológico de Massachusetts profundamente entusiasmado con el cálculo tensorial que había estudiado con el matemático Dirk Jan Struik, maestro holandés que residió por décadas en Cambridge. Varios alumnos seguimos los cursos sobre tensores de Dn. Alfonso Nápoles Gándara inspirados por su entusiasmo. Cuando Alberto Barajar y yo nos apasionamos por la gravitación contábamos con la herramienta matemática necesaria para investigar en este campo.

En 1932 fundó Dn. Sotero Prieto, con la colaboración de Dn. Alfonso Nápoles Gándara, el Seminario de Física y Matemáticas en la Academia Nacional de Ciencias Antonio Alzate. Un grupo de profesores y alumnos de la Escuela de Ingenieros nos reuníamos los viernes a las seis de la tar

de a tratar temas de ciencias exactas. Asistían Dn. Sotero Prieto, Dn. Alfonso Nápoles Gándara, Dn. Mariano Hernández Barrenechea y Dn. Ricardo Toscano. Entre los alumnos recuerdo a Alberto Barajas, a Nabor Carrillo, a Ernesto Rivera, a Bruno Mascanzoni, a Miguel Urquijo, a Ismael Erlij y a Juan Limón.

En este Seminario se discutieron temas como el teorema de los cuatro colores, recientemente demostrado con ayuda de una computadora, el planímetro de hachita, los números hipercomplejos y el campo gravitatorio de la Tierra.

A nuestro Seminario de la Academia Nacional de Ciencias Antonio Alzate llegó un día el Dr. Manuel Sandoval Vallarta invitado por Dn. Sotero Prieto. Dn. Manuel era profesor titular del Instituto Tecnológico de Massachusetts. Era catedrático de física de las altas energías. El había estudiado en la Escuela Nacional Preparatoria en México y después cursó sus estudios profesionales en el Instituto Tecnológico de Massachusetts en Cambridge, EE.UU. Disfrutando de una beca Guggenheim había hecho estudios especiales de física en Alemania con Albert Einstein. Siendo ya profesor titular del Instituto Tecnológico de Massachusetts venía cada año a pasar las vacaciones de verano en México. Era un científico mexicano que tenía fama internacional. Junto con el Abate Lemaitre de la Universidad Católica de Lovaina en Bélgica, había creado la teoría de la radiación cósmica primaria. En el Seminario de la Alzate nos habló de partículas recientemente descubiertas, como el neutrón, de física de las altas energías, de la radiación cósmica primaria, de teoría del campo, de fascinantes temas que estaban en el foco de atención de los científicos del mundo. Para nosotros significó, Dn. Manuel Sandoval Vallarta, el científico que nos abrió una ventana al maravilloso mundo de la ciencia en gestación, de la ciencia del siglo XX.

Tengo la impresión de que los aparatos que ha habido en México para la investigación en física experimental muestran dramáticamente el estado de la física en cada época. La presencia de un aparato de investigación es un síntoma del grado de desarrollo que se ha alcanzado en el momento de su utilización.

La física es en realidad una sola ciencia que tiene dos aspectos,

uno teórico y otro experimental. Hubo una época en que una misma persona podía ser a la vez físico experimental y físico teórico. Isaac Newton hizo experimentos con péndulos para demostrar que la masa inercial de un cuerpo es estrictamente proporcional a su masa gravitatoria. El mismo creó la maravillosa teoría de la gravitación universal, una de las más grandes hazañas de la física teórica. El forjó además el cálculo de las fluxiones, disciplina matemática necesaria para su teoría de la gravitación. En un solo hombre se reúnen el matemático, el físico teórico y el físico experimental. Ahora nos parecen los experimentos de Newton con péndulos un poco toscos, pero en su época representaban experimentos con técnicas de lo más refinadas. Ahora es casi imposible que un solo hombre de ciencia pueda ser a la vez un gran físico teórico y un gran físico experimental. Pero a pesar de la división del trabajo de investigación, es muy conveniente que en el mismo centro se cultiven los dos aspectos de la física.

La historia de los aparatos para la investigación en física experimental en México se inicia con un telescopio de rayos cósmicos que mandó instalar Dn. Manuel Sandoval Vallarta en la Torre Meteorológica del Palacio de Minería. Cuando se fundó el Instituto de Física en 1938, con el nombre de Instituto de Física y Matemáticas, sólo contábamos con ese aparato para realizar investigaciones en física experimental. El telescopio de rayos cósmicos había sido construido en la Universidad de Chicago en los EE.UU. y permitía medir la intensidad de la radiación cósmica para distintos ángulos cenitales y distintos azimutes.

Siendo Rector de la Universidad Nacional Autónoma de México el Dr. Salvador Zubirán, quiso conseguir fondos para equipar mejor a los laboratorios de nuestra Máxima Casa de Estudios. Durante los años de 1947 y 1948 organizó una campaña para reunir una suma, fuera del presupuesto oficial de nuestra Universidad, para adquirir aparatos y equipos de laboratorio. La meta que se fijó el Dr. Salvador Zubirán fue la de reunir diez millones de pesos, nombre que se le dio a la campaña: "la campaña de los diez millones". Hay que tener en cuenta que esto ocurrió hace varias devaluaciones. Pero aun así los diez millones muestran la escasez de recursos que imperaba en nuestra universidad en aquella época. Cuatro años más

tarde el gobierno del presidente Miguel Alemán dedicaba la Ciudad Universitaria a la Universidad Nacional de México, cuya construcción había costado trescientos millones de pesos.

De los fondos reunidos en la campaña de los diez millones se le asignaron \$60,000.00 al Instituto de Física, del que yo era director. En 1948 adquirimos con esa suma un aparato de difracción de rayos X.

Dos años más tarde, en 1950, se adquirió para el Instituto de Física de nuestra Universidad un aulador de partículas, tipo Van de Graaff de dos millones de electrones-volt, con un costo de un millón de pesos. La historia de la adquisición de este aparato arroja luz sobre la situación de nuestra Universidad en esa época.

El Dr. Nabor Carrillo, que más tarde sería Rector de nuestra Máxima Casa de Estudios, de 1952 a 1960, era entonces Coordinador de la Investigación Científica. Cada año sustentaba un curso de verano sobre mecánica de suelos en la Universidad de Harvard, en Cambridge, Massachusetts, EE.UU. En 1949 visitó una fábrica de aceleradores tipo Van de Graaff, fundada por varios profesores de Massachusetts, entre ellos el mismo Van de Graaff. Le explicaron al Dr. Nabor Carrillo que esos aceleradores se construían en grande escala porque se utilizaban para esterilizar fármacos en la industria farmacéutica. Preguntó el Dr. Nabor Carrillo por el precio de uno de esos aceleradores. Le dieron la respuesta en dólares, que traducida a pesos equivalía a un millón de pesos. Esta era una suma muy alta en aquella época para la adquisición de un solo aparato de investigación, pero a Nabor Carrillo le pareció que estaba casi a nuestro alcance. Regresando a México nos reunió a Alberto Barajas y a mí y nos platico del acelerador Van de Graaff de dos millones de electrones-volt que costaba un millón de pesos. Juntos fuimos a ver al arquitecto Carlos Lazo, amigo de los tres, que había sido designado por el Presidente de la República, Lic. Miguel Alemán, Gerente General de Ciudad Universitaria, organismo creado por el Gobierno para construir el nuevo albergue de nuestra Universidad. Carlos Lazo se entusiasmó con el relato del Dr. Nabor Carrillo y lo que le platicamos Alberto Barajas y yo que se podía hacer con ese acelerador. Hombre de acción y muy valiente, Carlos Lazo adquirió el acelerador Van de Graaff de dos millones de electrones-

1 Instituto de Física, con fondos de la construcción de la Ciudad

dad Universitaria. Se inició la edificación del pabellón que alojaría al acelerador. El edificio lo diseñó y construyó un arquitecto industrial: González Reina. Un jardín rodea al albergue del aparato.

No faltó un alma piadosa que le llevó al presidente Miguel Alemán la información de que el arquitecto Carlos Lazo estaba usando fondos de la construcción de la Ciudad Universitaria para adquirir aparatos de física. Cuentan que el Lic. Miguel Alemán se molestó. Pero cuando visitó las instalaciones del acelerador se entusiasmó y otorgó fondos para terminar las obras y adquirir equipo adicional. En 1961 obtiene el Instituto de Física un acelerador dinamitrón de alta corriente. Era director entonces del Dr. Fernando Alba, a quien le hacen el donativo del aparato.

En 1968 se adquiere para el Centro Nuclear de México, en Salazar, Edo. de México, un acelerador Van de Graaff Tandem de doce millones de electrones-volt y un reactor Triga Mark III de un megawatt en régimen establecido, capaz de pulsar hasta 1,200 megawatts durante un breve intervalo. Estos dos aparatos se adquirieron siendo yo director de ese centro. El acelerador Tandem costó 900,000 dólares y el reactor Triga 700,000 dólares. La sucesión de aparatos de investigación muestra el creciente esfuerzo económico que está dispuesto a hacer México por el desarrollo de la física experimental.

Más importante que la inversión en aparatos es nuestra creciente capacidad para construirlos. Tenemos ahora talleres en que se pueden manufacturar aparatos muy sofisticados de investigación. Hay además un conjunto de investigadores capaces de diseñarlos y construirlos.

Para ofrecer un foro en donde se pudieran presentar los resultados de las investigaciones en física se creó la Sociedad Mexicana de Física en 1950. Hubo un antecedente: en 1943 se fundó la Sociedad Mexicana de Ciencias Físicas y Matemáticas que sólo tuvo un año de vida. Mientras no existió nuestra Sociedad Mexicana de Física, presentábamos nuestros resultados de investigación en las Asambleas y Congresos de la Sociedad Matemática Mexicana, y publicábamos nuestros artículos en el Boletín de esa Sociedad. Me halaga mucho que la Sociedad Mexicana de Física, de la que fui Presidente Fundador, me rinda este homenaje que agradezco conmovido.