



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE HISTORIA

***NABOR CARRILLO Y LA CONFIGURACIÓN
DEL PROYECTO NUCLEAR MEXICANO,
1946 - 1963***

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO EN HISTORIA
P R E S E N T A
ENRIQUE ESQUEDA BLAS
DIRECTORA DE TESIS:
DRA. MARÍA DE LA PAZ RAMOS LARA



MÉXICO, D.F., CIUDAD UNIVERSITARIA

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ENRIQUE ESQUEDA BLAS

*

NABOR CARRILLO Y LA CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO NUCLEAR MEXICANO, 1946-1963



Dedicatoria y agradecimientos

Quién escribe esta tesis recorrió un largo camino, en ocasiones incómodo, en él que se soslayó, resistió y suspendió, repetida y fallidamente el deseo por incursionar en otros temas historiográficos, aparentemente distanciados entre sí. En el andar descubrí que una investigación, aún la que suponía más alejada, produjo en mí sorpresa y estímulo; a la par de la elaboración del trabajo experimenté importantes procesos de vida.

Me siento con el deber de dedicar el texto a muchas personas sin las cuales simplemente no podría explicarme o carecería de sentido. Comienzo por mi madre y padre, por quienes soy, a ellos a quienes nunca tendré como retribuir su cercanía, sus caricias, sus palabras de aliento y esperanza, los días de campo, las fiestas, los platos de pozole, las *talachas*, los viajes en el camión materialista, sus desvelos en mis noches de fiebre, sus preocupaciones de laboratorios y hospital. En fin, por haber entendido que el amor que sentimos diluye nuestras diferencias. Por aceptarme como soy, por dejar de pedirme que cambiara, por entender que la libertad favorece la responsabilidad.

A mi hermana Ana por ser un ejemplo de disciplina y responsabilidad, mi amiga y apoyo. A mi hermana Erika por darse la oportunidad de reconciliarse consigo misma. A mi sobrina Andrea por su ternura, sus soplidos de dientes de león, sus trajes de calabaza.

A mi tía Beatriz Esqueda Barrón por su solidaridad emocional, económica y académica, por los discos, los libros, las visitas a foros, las diversiones, su piano, los *pop corns*, los programas de TV. A mis tías Mago, Trini, Guadalupe, Esperanza, Rosalba, Christy, Elena, Lety Aguirre, Patricia García, Josefina Bones, *Chaty*, *Lucha*, Teodora, Sabina y Yolanda por compartir conmigo sus vidas, familias, hogares, sonrisas, miedos, enojos, fortuna y amor ilimitado. A mi tío Mario Esqueda por ser mi amigo, consejero, compañero de ruta. A mis tíos Vicente González, Jesús Esqueda, *Mango*, Carlos Blas, Luis Vilchis, Pablo Santoyo, Primo Salas, *Mada* y *Nacho* por las reuniones, los consejos y el afecto.

A mi prima Rosy por ser una hermana más, por sus palabras, atenciones y respeto. A mis primas Mayra, Lety, Ivette, *Tata*, *Sandy*, Gaby, Nancy, Alba, Paulina, por los juegos de infancia: las Olimpiadas, el laboratorio, los teléfonos, las galletas, las películas, las cenas, el boliche, las veladas. A mis primos Chris y Pablo por nuestros encuentros siempre abundantes de fantasía, aventura, de historias de terror, de aviones de papel, de pirámides, fuertes y safaris. A mi prima Bety y a mi sobrina o sobrino que está por llegar. A mi primo José Manuel por su fortaleza interior, a todos mis primos con quienes crecí y he vivido como hermanos. A Luis y Javier por los “paros”, por mostrarme mis carencias, por las desveladas y primeras borracheras; por las charlas honestas, por confrontarse con su propia sexualidad. A *Chucho* por su honestidad y transparencia, por su fe, sus convicciones, sus luchas personales. A *Charly* por mostrarme que es posible equivocarse y recobrar el rumbo superándose a

sí mismo. A Víctor Esqueda por la mecánica y los viajes a la playa, a Víctor y Adrián Malagón por creer en mis proyectos y brindarme su aval. A Hugo y Gustavo por su amistad y soporte sin barreras, por Querétaro, “La Lili” y “Spartacus”.

A mis amigas Adela Cedillo por ser viajeros de una misma nave, por su apoyo en mi salida del clóset, por los abrazos, los te quiero, el hospedaje, el dinero, los trabajos juntos, por *Las Mil y una Noches*, *Simbad el Marino*, *Medea*, *Buena Vista Social Club*, los manuales de materialismo histórico, los Encuentros Nacionales de Estudiantes de Historia, los días de exámenes, las notas durante las clases en la Facultad, las tortillas a mano, los pasteles caseros, las botellas de vino juntos, las marchas, las protestas encontradas, el activismo académico, los desamores, el cine, los conciertos en la Sala *Neza*, los chocolates, por apoyarnos mutuamente y cuestionarnos. A mi amiga Perla Fragoso por tomarme de la mano en el proceso de recuperar la humanidad que me parecía negada. Por abrirme las puertas de su vida dejándome conocer a sus seres queridos, por las posadas en casa, las noches de largas charlas sobre la vida, el amor, la amistad, el deseo, la sexualidad, la violencia, el milenarismo. Por Canudos, las Islas, la cafetería de Arquitectura, la Cineteca, el Tepozteco, las notas en las partes traseras de los marcos, el FCE, por nuestros encuentros y desencuentros. Por su integridad y voluntad, por la Feria de la Alegría, las salidas a los bares y antros, por compartir las dificultades de madurar y aceptar que somos otros. A mi amiga Irina Córdoba por demostrarme su sinceridad, transparencia, cooperación, entrega y amor al oficio de historiar. A Laura Rojas por su fuerza interior y actitud siempre proactiva. A Jenny Jiménez por enseñarme algunos principios de la ética libertaria, por compartir conmigo su vida, sus anhelos, sus miedos, sus preocupaciones; por ir de la mano paso a paso y descubrir que la vida tiene muchos matices, por sus canciones, sus poemas, estampados, Bernal y el descubrimiento que su forma de vida produjo en la mía. Por supuesto a Caín y Javier por sus ideas, por su sentido crítico y de lucha. A Nancy, Elizabeth, Maribel y Arturo por su inteligencia, sensibilidad, laboriosidad, entrega, sentido de cambio.

A mis amigos Omar Juncos por aprender a estimarnos y apoyarnos en nuestros de agobio. Por los 30 de abril y 1 de mayo, los viajes, las comidas y paso por la FF y L. A Alejandro Infante por su respeto hacia las demás personas, su inocencia, su entrega, su pasión, su veracidad. A José Carlos por su enseñanza de compromiso, trabajo, amor por la naturaleza y por luchar día a día por un mejor mañana. A Pedro Cruz por ser el abogado del diablo, por sus consejos, su hospitalidad, su arrojo para descubrir algo nuevo de la vida y el “adiós con las ficticias”. A Hugo Alejandrez por los recorridos, las charlas, los mensajes que se me hicieron amar la poesía, por su cuento *Atole de Tamarindo* y su colaboración en *Comunidad Lúbrica*. A Tona Cortés por los lazos de hermandad y amistad, su ejemplo de rigurosidad y perfeccionamiento artístico, los conciertos, las fotos, los libros y los discos.

A las y los compañeros Tamara, Jorge, Diego, Gustavo Garibay, Rosaura Mitra, Teresa Ibarra, Estelí. A todas y todos los integrantes de “La Fauna”: Yasir, Toño, Elizabet, Marcelo, Abigail. A las y los compañeras y compañeros del CEIICH, especialmente Alejandra, Lety Plascencia y Lorena. Al maestro Víctor Pérez, padre C. Choquerán, madre Apolonia, Ana y Joaquín, Dr. Gerardo Flores, Leonardo Elizalde, Gil, hermana Victoria, Aidé CDD, Dr. René García, Alejandro Hurtado “El Frijol”, Omar González “Estrellas de Colores”, Oscar González, “Los muchachos”. A las y los compañeros de la Escuela de Promotoras y Promotores Juveniles de Derechos Humanos del Centro de Derechos Humanos “Fray Francisco de Vitoria”: Clarita, Melissa, Sayury, Noemí, Luis, Pablo. A los compañeros del Grupo Universitario por la Diversidad Sexual: J. Javier Marmolejo, por su fervor en una vida digan para todos y

todas; a Federico Bavines por su corazón, coraje, compromiso político y entrega; a Ángel Sádico por vivir las transgresiones que predica; a Adrián Palma por su inteligencia e integridad, por las divergencias y coincidencias; a Francisco González por experimentar con su cuerpo hasta descubrirse; a Abraham Barba por su solidaridad; a Abraham Becerra por los vinos y la campaña citadina; a Tlacauelel Paredes Gómez por su ayuda en uno de los momentos más duros de mi vida; a PFP por su Tesalónica y *Pefetón*; a Juan Pablo Anaya y Dalai Lama por su entrega al trabajo con calidad y eficiencia. A mis amigos Emilio Zamudio y Juan, Beto y Carlos y a mi tocayo Enrique Badajós. A Elena Azucena Camargo por responder a mi llamado de ayuda y ser puerta de entrada a un mundo que nunca imaginé. A los chavos y chavas del COLMEX.

A Joelillo por las terapias y los viajes juntos, a mi amigo Héctor García sin el cual sería impensable la actualización del proyecto del Centro de Información de las Homosexualidades en México, (CIDHOM). Por las discusiones, las visiones encontradas, las decisiones tomadas, las tardes de sábado y domingo consumidas entre papeles viejos y sueños de futuro. Al padre Álvaro Olvera de *Vino Nuevo* por su valor para desafiar las estructuras de la Iglesia Católica.

Al Colectivo Sol, AC, Mine, Gabriel, Hilda, Gerardo, Marco Galicia, Carlitos, Marco Aragón, Meche y Margarita por los aprendizajes, los talleres, la compañía, los cafés, los abrazos. Especialmente a Héctor Hugo Vargas por su amistad sincera, por “Las Condoneras”, las noches de prevención en Neza, Tlaxcala, los DCP y DP, por los cumpleaños juntos, los desvelos, por “Vycktoria”, por el miedo disipado de ser “coordinadoras”, por Oaxaca. A Agustín Ehrli por las tardes-noches, las charlas, las diferencias, las lecciones de vida. Al Abuelo por sus historias, los recorridos por la Zona Rosa, su amistad, su fuerza, compromiso y amor a todos los vivientes. A Polo Gómez, a Lety por su valentía, por las ganas de salvar a “la niña interior” y por su trabajo con el grupo de mujeres y VIH. A Juan Jacobo Hernández por sus dichos, las reuniones, los viajes, la música de Mario Rivas, por ofrecerme el proyecto de “Religión y VIH”, por servirme de espejo y ayudarme a una vivencia más saludable de mi sexualidad.

A Ken Morrison por tener paciencia conmigo, dándome la oportunidad de dedicar parte de mi tiempo de trabajo a la tesis, por los conocimientos sobre monitoreo y evaluación, y sobre todo, por asesorarme en mi incursión en el tema del estigma y discriminación asociados al VIH. A la Dra. Romana Falcón y al Mtro. Antonio Salazar por su desprendimiento que hizo posible la impresión de ésta tesis y trámites de titulación, por las atenciones recibidas, las lecciones de dignidad y el respaldo otorgado para iniciar otra etapa en mi desarrollo profesional y personal.

A los entrevistados: Ingeniero Óscar Vega, y especialmente, al Dr. Juan Manuel Lozano por su ejemplo de serenidad, buen humor, inteligencia, memoria prodigiosa y actitud científica. A los maestros Rafael Guevara, Raúl Domínguez y Alberto Betancourt por sus valiosos comentarios y sugerencias.

A las y los profesores de la FF y L: Ricardo Gamboa, Ernesto Schettino, Rosa María Palazón, Luz Fernanda Azuela, Miguel Soto, Antonio Rubial. Muy particularmente, a la Dra. María de la Paz Ramos Lara quién fungió como mi asesora y quién me brindó la oportunidad de participar con ella y el equipo interdisciplinario de estudiantes asociados al programa de “La Ciencia en la Historia de México”. Por su amistad, solidaridad, comprensión, escucha y motivación; por cuestionarme y retarme no sólo profesional sino personalmente. Por todo su tiempo y dedicación en las lecturas y relecturas de este trabajo; por los viajes juntos y los encuentros

interdisciplinarios, por liberar el deseo de vivir y confiar en mis capacidades, para usted mi mayor respeto y admiración.

A mi nueva familia: Mary Cerón, *July*, Martha, las primas y primo: Mariana, Gabriela, *Jess* y Ale por las reuniones, las risas, los retos que hemos aprendido por superar juntos.

A Marco Antonio Camacho ser mil sueños hechos realidad, por su ternura, compasión, afecto, solidaridad, pasión, inteligencia, lucidez, perspicacia, ahínco. Por los papeles de colores, las noches de estrellas, *Tierra de Osos*, los *umm jù*, los “poquito”, *La Garnacha*, las sonrisas. Por lo andado, por lo que falta...

A mis muertas y muertos:

Abues Bea y Mary (+), Sra. Susana y Sr. Domingo Colín (+), padre Marco, S.J. (+), Martha (+), Juan Manuel “Monse” (+), Lizbeth Itzel (+), Antonio Chamorro (+), “Pokis” (+), Octavio Acuña (+)

Por su fuerza para ir contra corriente, por mostrarse y ser como siempre quisieron, por el amor que me dieron. Por su ejemplo de valor, por ayudarme en el proceso de autoaceptación, por recordarme la necesidad de luchar contra la homofobia y la discriminación.

ÍNDICE

Dedicatoria y agradecimientos..... 3

INTRODUCCIÓN..... 11

Capítulo 1

DEL ÁTOMO O “PARTÍCULA INDIVISIBLE” AL ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA..... 26

1.1.1 *Cooperación e intercambio científico en la primera mitad del siglo XX*..... 29

1.1.2 *El surgimiento de la mecánica cuántica*..... 36

1.2.1. *El manejo experimental de los aceleradores de partículas*..... 39

1.2.2 *La militarización de la ciencia y los usos bélicos de la energía nuclear*..... 42

1.2.3 *El proyecto Manhattan y el fin de la segunda Guerra Mundial*..... 44

1.3.1 *La Comisión de Energía Atómica de las Naciones Unidas*..... 46

1.3.2 *¿Beneficio para la humanidad? o la ciencia bajo directrices de los Estados Unidos*..... 49

1.4.1 *La reacción mexicana ante la energía nuclear*..... 53

1.4.2 *La “Era” nuclear en la literatura de divulgación científica en México*..... 53

1.4.3 *Los científicos y sus instituciones frente a la energía nuclear*..... 55

1.4.4 *El interés político en los usos de la energía nuclear*..... 57

Capítulo 2

NABOR CARRILLO o LA ALEGRÍA DE VIVIR..... 60

2.1.1 *Apuntes sobre la familia Carrillo Flores*..... 60

2.1.2 *El exilio a los Estados Unidos de Norteamérica*..... 63

2.1.3 *El regreso a México y la formación de Nabor Carrillo*..... 65

2.2.1	La presa de “La Angostura” y su titulación como Ingeniero.....	66
2.2.2	La especialización en mecánica de suelos.....	69
2.2.3	Aportaciones a la mecánica de suelos.....	71
2.2.4	La explicación del hundimiento de la ciudad de México.....	72
2.2.5	La teoría de los “Centros de Tensión”.....	74
2.2.6	El metro de la ciudad de México.....	76
2.2.7	Teoría de órbitas, satélites y otros intereses científicos.....	79
2.3.1	Coordinador de la Investigación Científica, 1945-1952.....	81
2.3.2	Delegado mexicano a las pruebas del Atolón Bikini.....	82
2.3.3	Reforma académica y fomento de la industria mexicana.....	88
2.3.4	Reglamento de investigadores de carrera.....	93
2.3.5	Participación en reuniones educativas y culturales.....	94
2.4.1	El rector Nabor Carrillo.....	96
2.4.2	Un rectorado llamado “Paz Octaviana”.....	99
2.4.3	Las bases del tutelaje estatal en la UNAM.....	102
2.4.4	Modernización y ampliación de las funciones universitarias.....	104
2.4.5	La sobrepoblación como reflejo de la crisis universitaria.....	107
2.4.6	Nabor Carrillo y su discurso de despedida como rector de la UNAM.....	109

Capítulo 3

NABOR	CARRILLO	Y	EL	PROGRAMA	
NUCLEAR.....					112

3.1.1	Un acontecimiento previo a la instalación del Van de Graaff.....	113
3.1.2	La instalación del primer acelerador de partículas en México y América Latina.....	116

3.1.3	<i>El Van de Graaff en la conciencia científica y en la opinión pública.....</i>	118
3.1.4	<i>Investigación, enseñanza y difusión de la física nuclear experimental en la UNAM.....</i>	119
3.1.5	<i>Nabor Carrillo y las aplicaciones del Van de Graaff.....</i>	123
3.1.5.1	<i>Formación de físicos médicos.....</i>	124
3.1.5.2	<i>Investigación en esterilización de alimentos.....</i>	125
3.1.5.3	<i>Modificación de especies animales y vegetales.....</i>	125
3.2.1	<i>La gubernamentalización del proyecto nuclear mexicano.....</i>	128
3.2.2	<i>Nabor Carrillo y el Centro Nuclear de Salazar.....</i>	129
3.2.3	<i>Nuevo contexto social y resistencia política al desarrollo nuclear.....</i>	133

Capítulo 4

LA PARTICIPACIÓN DE NABOR CARRILLO EN DIVERSOS PROYECTOS RELACIONADOS CON LA ENERGÍA NUCLEAR..... 136

4.1.1	<i>Perspectivas energéticas en el mundo.....</i>	136
4.1.2	<i>Nabor Carrillo y los energéticos en México.....</i>	140
4.1.3	<i>Uso de la bomba nuclear en la construcción de canales interoceánicos.....</i>	142
4.1.4	<i>Zonas áridas y plantas de desalinización de agua.....</i>	144
4.1.5	<i>Proyecto Texcoco. Abasto de agua y producción de energía eléctrica.....</i>	150
4.2.1	<i>Entre la patria, la ciencia, la juventud y el porvenir de la humanidad.....</i>	155
4.2.2	<i>Investigación científica y desarrollo en México.....</i>	158
4.2.3	<i>Promoción de la desnuclearización de Ibero América.....</i>	158
4.2.4	<i>Una gran pérdida para el Hemisferio Occidental.....</i>	160

Capítulo 5

NABOR CARRILLO Y LA DIVERSIDAD DE VISIONES DEL DESARROLLO NUCLEAR EN MÉXICO..... 167

5.1.1 El rector Luis Garrido como promotor de la ciencia mexicana.....	167
5.1.2 El arquitecto Carlos Lazo y la energía nuclear en México.....	170
5.1.3 El Dr. Alberto Barajas y su confianza en los científicos mexicanos.....	173
5.1.4 El Dr. Carlos Graef Fernández como apoyo de Nabor Carrillo.....	175
5.1.5. El Dr. Manuel Sandoval Vallarta y el proyecto nuclear mexicano.....	180
5.1.5.1 Aportes al fortalecimiento de la ciencia mexicana.....	183
5.1.5.2 Su papel en la conducción del programa nuclear mexicano.....	185
5.1.5.3 La ciencia como compromiso y posibilidad.....	187
5.1.5.4 Otros cargos y reconocimientos nacionales e internacionales.....	189

CONCLUSIONES.....	191
--------------------------	------------

Colofón.....	206
---------------------	------------

Bibliografía.....	210
--------------------------	------------

Anexos.....	231
--------------------	------------

INTRODUCCIÓN

El interés por la labor del Dr. Nabor Carrillo surgió al tiempo de ser becario del proyecto de investigación: “Los aceleradores de partículas desde una perspectiva histórica e interdisciplinaria”.¹ Las tareas realizadas consistieron en una revisión bibliográfica en acervos de la UNAM sobre historia de la ciencia, además de compilar materiales sobre el financiamiento científico en la Máxima Casa de Estudios, entre 1945 y 1970. Posteriormente, se sugirió avanzar sobre las opiniones de científicos, políticos, periodistas e intelectuales respecto a la física nuclear experimental en México. Se decidió indagar respecto a la vida y obra del Dr. Nabor Carrillo en la ingeniería, la educación superior y la promoción de infraestructura e investigación en física nuclear experimental.²

Pensando un poco en la historiografía sobre ciencia y tecnología, se puede decir, que las y los investigadores nacionales no han quedado al margen del interés

¹ Este proyecto fue un esfuerzo conjunto entre el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH) y el Instituto de Física (IFUNAM). Se implementó por más de tres años bajo la coordinación de la Dra. María de la Paz Ramos Lara y el Dr. Juan Manuel Lozano. Una de sus actividades consistió en rescatar y reconstruir la historia de la física mexicana, tanto teórica como experimental, centrandose su interés en la adquisición del acelerador de partículas Van de Graaff por parte del Instituto de Física en 1952. La Dra. María de la Paz Ramos Lara es licenciada y maestra en Física y doctora en Historia de México por la UNAM. Se ha interesado por la historia de la física aplicando diferentes perspectivas, entre las que destacan, la domesticación de la ciencia y el nacionalismo. Actualmente se encuentra adscrita al Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH) y coordina el programa “La Ciencia en la Historia de México”. Entre sus obras publicadas se puede mencionar: *Difusión e institucionalización de la Física en México en el siglo XVIII*. Recientemente coordinó los libros *La Mecánica Cuántica en México y Experiencia Mexicana en aceleradores de partículas*. El Dr. Juan Manuel Lozano es uno de los primeros físicos teóricos mexicanos adscrito al Instituto de Física y profesor en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Trabaja en el campo de la física matemática y ha contribuido al rescate y la difusión de la historia de la física mexicana en el siglo XX.

² Hasta este momento no se han encontrado obras de interpretación, donde se estudie con detenimiento, la vida y obra del Dr. Nabor Carrillo Flores como podría ser el caso del libro *Un relato biográfico: Ignacio Chávez. Rector de la UNAM* de Lilia Estela Romo Medrano. Los materiales existentes abordan su legado como especialista en mecánica de suelos, otros más son capítulos, casi siempre reducidos, sobre su trayectoria como rector de la UNAM o discursos pronunciados durante su gestión. Cfr. Nabor Carrillo Flores. *El hundimiento de la ciudad de México, Proyecto Texcoco. Memoria de trabajos realizados y conclusiones*; Renate Marsiske, (Coord.) *La Universidad de México. Un recorrido histórico de la época colonial al presente*; Jesús Silva Herzog. *Una historia de la Universidad de México y sus problemas*; y del Centro de Estudios sobre la Universidad. *Siete Discursos de Toma de Posesión...*

por rescatar el pasado de la física nuclear y las aplicaciones de la energía nuclear.³ En México se cuenta con cinco obras fundamentales, la primera de ellas es *Contracorriente. Historia de la energía nuclear en México, 1945-1995* de la Dra. Luz Fernanda Azuela y el Lic. José Luis Talancón. El libro se dio a conocer en noviembre de 1999 y buscó proporcionar un cúmulo razonable de información factual en relación a la subsistencia y la continuidad del proyecto nuclear mexicano. Se propone que el interés por la energía nuclear ha pasado por momentos de *esperanza* y de *miedo*. El primero, a raíz del descubrimiento de la energía nuclear, mientras que el segundo, se derivó de la fabricación y utilización de las bombas nucleares. La visión de miedo hacia la energía nuclear se impuso desde los años 60 existiendo una relación entre desastres nucleares, protección de la salud y medio ambiente con el movimiento antinuclear. El objetivo de los especialistas fue “recuperar la esperanza, pues hasta donde los estudiosos de prospectiva energética han alcanzado a dilucidar, si se quiere mantener los niveles actuales de desarrollo, la opción nuclear tendrá que adoptarse en el mediano plazo”.⁴ La Dra. Luz Fernanda Azuela y el Lic. José Luis Talancón argumentan que en México se compartió la creencia de que la tecnología nuclear sería un medio para acceder “a un nivel superior de progreso y desarrollo”. Los autores mencionan que las perspectivas originales fueron muy optimistas respecto a las aplicaciones industriales de los núcleos y dieron pie al diseño de un programa muy ambicioso que consideró la construcción de un conjunto de plantas nucleoelectricas. La realidad superaría el cálculo y la capacidad de predicción, una serie de variables,

³ Cfr. Lawrence Scherman. *Atomic Energy Policy in France Under The Fourth Republic*; Daniel Kevles. *The History of a Scientific Community in Modern America. The Physicists*; José Leite Lopes. “La física nuclear en Brasil: Los primeros veinte años”; Regis Cabral. “The Mexican Reactions to the Hiroshima and Nagasaki Tragedies of 1945”; Spencer Weart. *The nuclear Fear. A history of images*. Cambridge, Harvard University Press, 1988; Mario Mariscotti. *El secreto atómico de Huemul. Crónica del origen de la energía atómica en la Argentina* y “The Bizarre origins of Atomic Energy in Argentina”.

⁴ Luz Fernanda Azuela. José Luis Talancón. *Contracorriente. Historia de la energía nuclear en México (1945-1995)*. México, Instituto de Investigaciones Sociales-Instituto de Geografía, Centro de Enseñanza para Extranjeros- UNAM/ Plaza y Valdés, 1999, p. 20.

entre las que destacan la difusión, transferencia e incorporación de saberes, las rupturas en las políticas sexenales, específicamente las de los energéticos; así como la situación internacional de la energía nuclear (relación costo-beneficio, movimientos antinucleares, accidentes en nucleoelectricas) limitaron la experiencia mexicana al proyecto de “Laguna Verde”. *Contracorriente...* presenta un estudio que por sus características se inscribe en la historia social de las ciencias. En él, se atiende a factores tanto endógenos como exógenos y se efectúa un análisis del programa nuclear mexicano desde su especificidad económica, política, social y cultural. La segunda y tercera obras consultadas fueron escritas por el Mtro. José Raúl Domínguez: *Los programas de investigación en física nuclear en México, 1930-1963* e *Historia de la física nuclear en México, 1933-1963*. La primera de ellas fue su tesis de maestría en historia, la segunda es el libro derivado de ella, dado a conocer en el año 2000. Ambos textos, también con una perspectiva de la historia social de la ciencia, son un complemento para comprender la evolución de las líneas de investigación en física atómica y física nuclear en México.⁵ El Mtro. José Raúl Domínguez decidió adentrarse en la física nuclear por haber sido un caso de alta significación en su momento y un paradigma que marcó la vanguardia internacional de la ciencia. Con lo cual, se puede conocer el contexto y los procedimientos de adopción e incorporación de una ciencia de punta.⁶ En su producción, el Mtro. José Raúl Domínguez ahonda en la física mexicana a partir de las Escuelas, las Facultades e Institutos de la UNAM, el IPN, la política científica mexicana y la Comisión Nacional de Energía Nuclear, (CNEN). Su trabajo contribuye a reforzar la tesis de la centralidad de la adquisición

⁵ Se entiende por física atómica la rama que estudia las leyes que rigen el comportamiento de la materia a nivel atómico y su respuesta ante agentes externos. Por su parte, la física nuclear estudia el comportamiento de partículas elementales del núcleo atómico, así como la interacción entre estos. Cfr. Arturo Menchaca Rocha. “La Física en México. Los temas y las instituciones”, mayo 1997, cap. 1. (<http://fisica2005.unam.mx/index.php?option=content&task=view&id=72>)

⁶ Cfr. Raúl Domínguez. *Historia de la Física nuclear...*, p. 12-13.

del acelerador de partículas Van de Graaff en el impulso de los estudios en física nuclear experimental en México, hecho que entre otros, considera como una aportación significativa del Dr. Nabor Carrillo. La cuarta obra de consulta básica fue: *Cincuenta Años de Energía Nuclear en México, 1945-1995* de Carlos Vélez Ocón. Se trata de un rico testimonio de uno de los científicos involucrados en el tema que contó con los comentarios de otros actores clave en la energía nuclear. En buena medida, Carlos Vélez Ocón narra acontecimientos de los que fue testigo presencial, y aunque utilizan fuentes primarias, no cuenta con aparato crítico. En *Cincuenta Años de Energía Nuclear...* se realiza una semblanza de los orígenes, desarrollo y actividades más importantes emprendidas por la CNEN. Carlos Vélez Ocón ayuda a entender el conjunto de factores que determinaron las dimensiones del programa nuclear mexicano, así como las formas en que fueron adquiridas y creadas diversas tecnologías e infraestructura para su ejecución. Finalmente, la quinta fuente revisada fue: *Desarrollo Nuclear de México* escrita por el economista José Antonio Rojas Nieto en la que se reconstruyen los escenarios internacionales que llevaron a la expansión de la industria nuclear. El autor realiza un repaso del desarrollo nuclear en México, para llegar a una crítica respecto a los pronósticos originales y resultados del programa nucleoelectrico en el país. Como puede constatar, los libros mencionados constituyen una muestra de la diversidad de visiones entorno a las relaciones costo-beneficio del programa nuclear mexicano. Lo cual lleva a considerar que a pesar de la objetividad de que hacen gala la mayoría de estos trabajos se presenta de manera más o menos explícita una posición sobre el presente y futuro nucleares en México. Por tanto, no es posible pensar que las opiniones personales respecto a diversos asuntos relacionados con el tema queden fuera de esta tesis.⁷

⁷ Al respecto puede verse el *Colofón*.

Proposiciones

Partiendo de las aportaciones anteriores esta tesis se expresa en las siguientes proposiciones:

1. Que el Dr. Nabor Carrillo Flores fue el responsable de promover en la UNAM un programa en física nuclear, para lo cual estableció un equipo de trabajo bajo la dirección del Dr. Fernando Alba Andrade.
2. Que el Dr. Nabor Carrillo Flores asumió, con la ayuda de otros científicos, a la investigación y la formación técnica en física nuclear experimental, como una primera etapa del programa nuclear del que fue promotor.
3. Que el Dr. Nabor Carrillo Flores, junto con otros científicos, intelectuales y políticos creyó firmemente en las posibilidades de impulsar la industria, la agricultura y la medicina a través del manejo de la energía nuclear.

En ese mismo sentido los objetivos son:

1. Rastrear los elementos estructurales y coyunturales, ideológicos y materiales, internos y externos, generales y particulares, nacionales y extranjeros que condujeron al Dr. Nabor Carrillo Flores a promover la capacitación nuclear.
2. Observar la claridad de visión expresada por el Dr. Nabor Carrillo Flores respecto a desarrollar simultáneamente la ciencia y la capacitación técnica con la finalidad de preparar a especialistas nucleares.
3. Entender la manera en que se determinaron las áreas de aplicación de la energía nuclear y el impacto de la física nuclear en otras disciplinas.

Biografía e historia de las ciencias

Durante el año 2002 se cursó con la Dra. Luz Fernanda Azuela el seminario “Historia de la ciencia” en la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM en el que se conoció el enfoque de la historia social de las ciencias. Se contó, entre otras, con la lectura de un libro ya clásico coordinado por el Dr. Juan José Saldaña: *Introducción a la Teoría de la Historia de las Ciencias* en el que se incluyen artículos de reconocidos especialistas en el campo. Dado que el interés del presente estudio se ubicó en la vida y obra del Dr. Nabor Carrillo, en lo que a la energía nuclear se refiere, se pensó en una aproximación biográfica desde el enfoque de la historia social de las ciencias. Para ello se partió de lo que las propias investigadoras e investigadores mexicanos entienden por la especialidad y el modo en que lo aplican en sus obras. El siguiente paso fue conocer más sobre las discusiones teóricas relativas a la historia de la ciencia destacando lo que Roy Macleod dice sobre lo que la “nueva” historia social de las ciencias implica, es decir: “[...] la explicación de las estructuras y *las mentalidades* de un periodo dado, a las relaciones entre conocimiento y tradición, a las *estructuras institucionales*, a las teorías sobre *patronato*, dote, aristocracia, *burocracia*, *industrialización*, *espacio social*, movilidad entre clases, *cambio demográfico* e *imperialismo* militar y económico”.⁸ Conocer dichos contenidos contribuye a determinar algunos de los ejes analíticos que se han propuesto. Se asumió que en la actualidad se encuentran ya integrados dos enfoques de la historia de la ciencia: el internalista (evolución de los conceptos científicos) y el externalista (condiciones sociales y económicas) de cuyo falso problema de incompatibilidad se ocupó

⁸ “Cambio de perspectiva en la historia social de las ciencias” en *Introducción a la Teoría de la Historia Social de las Ciencias...*, p. 296. Las cursivas son del autor y sirven para destacar ejes de análisis recuperados.

admirablemente S. R. Mikulinsky.⁹ Buena parte de la argumentación que puede brindarse en este apartado se deriva de dos ensayos de Thomas S. Kuhn en los que realiza una revisión historiográfica sobre las formas características de abordar la historia de ciencia. En ellos muestra que ciertos estudios atendían a la historia intelectual interesándose mucho más por la forma en que había surgido una teoría que por el contexto e influencias externas. Kuhn cree en conjuntar dos tipos de aproximación a la historia de la ciencia. En su argumentación utiliza casos de científicos emblemáticos como: Bacon, Kepler, Lavoisier y Darwin para apuntar las ventajas de reconocer las interacciones entre ciencia y tecnología. Kuhn incluye la obra *The Copernican Revolution* como *Portrait of Isaac Newton* de Frank Manuel como parte de los trabajos de historia de la ciencia. Lo cual lleva a pensar que el punto de partida es: que el análisis conjugue diversos ejes y los relacione, ya sea través del sujeto, las instituciones, la comunidad científica, las ideas, las innovaciones tecnológicas. Un dato adicional es que Kuhn reconoce como parte de una primera tradición historiográfica de la historia de la ciencia a profesores, sobre todo científicos, que con fines pedagógicos publicaron tratados, monografías así como biografías.¹⁰ Quizá una vez discutida la efectiva relación entre biografía e historia de la ciencia convenga detenerse en el significado y contenidos de la biografía. En sentido literal la palabra biografía proviene del griego moderno y se define tanto como la historia de vida de una persona, como un género literario.¹¹ La biografía habría surgido en Grecia y su interés se constreñía a hombres de la misma clase, sobre

⁹ “La controversia internalismo-externalismo como falso problema” en *Introducción a la Teoría de la Historia Social de las Ciencias...*, p. 231- 256.

¹⁰ “Las relaciones entre la historia y la historia de la ciencia” y “La historia de la ciencia” en *Introducción a la Teoría de la Historia Social de las Ciencias...*, p. 157-196. Una segunda tradición la constituiría aquella enfocada en la reflexión filosófica de la ciencia. La nueva historiografía, inicio de una tercera tradición, consistiría en fusionar el interés por las ideas y las instituciones, quizá en otras palabras: colocar a la ciencia en el contexto cultural.

¹¹ *Diccionario de la Lengua Española*. 20ª. Edición. (<http://buscon.rae.es/drae/>)

todo filósofos y demagogos, importando el tipo y no el individuo.¹² Las biografías de la antigüedad no eran propiamente cronológicas sino relaciones eruditas con escaso examen sistemático. Debido en buena medida a una perspectiva científicista de la historia, durante el siglo XIX, y quizá aún en la actualidad, se aduce que la biografía se finca en principios antihistóricos (por versar sobre el pensamiento, el infortunio, las emociones de un sujeto) y se han relegado a la producción de novelistas y periodistas. Otros enfoques desde las ciencias sociales sugieren el acceso al conocimiento objetivo de la conducta, quizá el psicoanálisis es uno de los mejores ejemplos. El debate continuará abierto sobre si la biografía corresponde a la literatura o a la historia. Para quién escribe se trata de un género, que por un lado puede permitir un mayor margen respecto al uso de recursos literarios, y por el otro, no deja de requerir la consulta de archivos, el análisis e interpretación rigurosa de lo encontrado; también conviene reconocer que la generalización es una de sus principales limitaciones. Resumiendo algunas de las propuestas de Francisca Colomer Pellicer: una biografía requeriría como cualquier otro asunto historiográfico de: a) la separación espacio-temporal; b) la elección de lo que parece principal, causal o esencial para el ordenamiento de lo secundario, consecuente o accidental; c) un hilo conductor que de unidad al relato; d) hallar la interacción mutua entre el personaje y su entorno; e) el planteamiento de interrogantes; f) conocer los criterios de orden y jerarquización; g) considerar la estructura, la coyuntura y la situación concreta resultado de ambas; h) reconocer la creatividad individual; i) evitar el psicologismo. De acuerdo con Jacques Le Goff, por lo menos hasta los años noventa, existía la tendencia de regresar a la historia política, a la historia de los eventos, la historia

¹² A. Momigliano. *Génesis y desarrollo de la biografía en Grecia*. México, Fondo de Cultura Económica, 1986, p. 24 *Apud* Susana Strazzi. "Sujeto y persona en la biografía histórica" en *Historia a Debate. Otros enfoques*, Carlos Barros (Ed.), Santiago de Compostela, 7-11 de julio de 1993, tomo III, p. 175.

narrativa y a la biografía incluyendo al sujeto. Este proceso se explicaría a partir del surgimiento de las ciencias sociales, y en particular de la politología. También puede considerarse el cultivo de la historia del poder, los debates sobre lingüística y literatura e inclusive la cultura masiva del televisor.¹³ Si bien, la Escuela de los Anales reaccionó ante la mera acumulación de eventos que terminaban siendo superficiales y opuestos a una historia de estructuras, Marc Bloch, por ejemplo consideró a éstos como una categoría útil para una explicación histórica global y comparativa de tiempos históricos. Para Le Goff, el género biográfico puede ser una historia más literaria y artística, no por ello, se podría decir, ausente de metodología.¹⁴ Por el contrario, como lo demuestra el libro: *El Mediterráneo en la época de Felipe II* de Fernand Braudel es posible la combinación de personajes colectivos y personajes geográficos, además de su tratamiento en múltiples temporalidades. En este estudio las fuentes de validación utilizadas han sido sobre todo hemerográficas y documentales.

Metodología y fuentes

La estructura narrativa de estos *apuntes biográficos* se determinó de acuerdo a la disponibilidad de fuentes documentales de la época, así como de trabajos secundarios publicados en el periodo de estudio y hasta la actualidad. A falta de una biografía general sobre el Dr. Nabor Carrillo se introdujeron datos sobre su labor en diversos ámbitos que se cree ofrecen una mejor comprensión de su vida y obra. Se trata sobre todo de su formación académica y labor desempeñada como Coordinador de la

¹³ Otra explicación más al interés por los eventos podría ser el ritmo vertiginoso de la historia contemporánea que ha llevado a los periodistas a ser unos de los principales testimonialistas. Cfr. Francisca Colomer Pellicer. "Biografía y cambio social. La historia que estamos viviendo" en *Historia a Debate. Otros enfoques*, Carlos Barros (Ed.) Santiago de Compostela, 7-11 de julio de 1993, tomo III, p. 168.

¹⁴ "Les retours dans dans l'historiographie française actuelle" en *Historia a Debate. Otros enfoques*, Carlos Barros (Ed.) Santiago de Compostela, 7-11 de julio de 1993, tomo III, p. 157-165.

Investigación Científica y rector de la UNAM. Se presta particular atención al año de 1946 en que se realizaron pruebas nucleares en el Atolón Bikini; al año de 1952 en que fue instalado el acelerador de partículas Van de Graaff en la UNAM; al año de 1955 en que fue creada la Comisión Nacional de Energía Nuclear y al año de 1963, fecha de fundación del Centro Nuclear de Salazar. Es decir, el eje narrativo lo constituyen los hechos esenciales que llevaron a Nabor Carrillo a interesarse por la energía nuclear y a promover la creación de instituciones, proyectos y programas poniendo atención en las relaciones entre sistema económico y político, universidad, ciencia e industria en el ámbito nacional e internacional. En relación a los fondos documentales se investigaron los pertenecientes a: *Nabor Carrillo Flores y Universidad Nacional*, en el rubro de *Rectoría*, resguardados en el Archivo Histórico de UNAM, (AHUNAM) incorporado al Centro de Estudios de la Universidad, (CESU). Se consultó el archivo “Dr. Manuel Sandoval Vallarta” de la UAM-Iztapalapa y se pidieron las cajas correspondientes al rubro “Átomos para la Paz” arrojando pocos materiales relacionados con el tema de estudio. Se examinaron las bases de datos del Centro de Información y Documentación Nuclear del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, (CIDN) en Salazar, Estado de México y del Archivo Histórico del Instituto Mexicano del Seguro Social en el Centro Médico Siglo XXI. Se solicitó a la Filmoteca de la UNAM buscar la grabación del Dr. Nabor Carrillo de las pruebas de Bikini localizando únicamente un breve video sobre su visita a una exhibición deportiva; se revisaron las bases de datos de 10 bibliotecas reportadas en la bibliografía. El fondo Nabor Carrillo Flores se compone de 30 cajas, de las cuales fueron revisadas 26 de ellas. Las fuentes reportan buen estado de conservación y catalogación. Se extrajeron fotocopias de recortes hemerográficos, documentos oficiales pertenecientes a la Coordinación de la Investigación Científica y a la Rectoría de la UNAM. Se localizó la tesis de licenciatura

y doctorado del Dr. Nabor Carrillo, apuntes de ingeniería, matemáticas, física y mecánica de suelos. Se examinaron documentos sobre la relación con universidades de América Latina, empresas mexicanas y estadounidenses, además de discursos oficiales. Del fondo Universidad Nacional se revisaron 11 cajas relacionadas con los acuerdos del rector, la Junta de Gobierno, diversos convenios, la Facultad de Ciencias, el Instituto de Física, las Misiones Culturales y el Consejo de Ciencias y Humanidades. En ellas se encontró información valiosa sobre los planes para adquirir un reactor y de experimentos relacionados con fuentes alternativas de energía (solar y marina). El CIDN del ININ, consultado por recomendación expresa del Mtro. José Raúl Domínguez, hasta donde fue posible permitió la revisión de algunos informes confidenciales, de artículos periodísticos y acceso a fotografías y planos que fueron aprovechados para ilustrar algunos apartados. En el Archivo Histórico del Instituto Mexicano del Seguro Social se obtuvieron programas de cursos relacionados con radioisótopos en los que se muestran a sus responsables, los contenidos de los mismos y modelos de intervención relacionados con la seguridad radiológica. Se leyeron entrevistas y artículos del Dr. Manuel Sandoval Vallarta, Dr. Carlos Graef Fernández, Marcos Mazari, Jorge Rickards, Dr. Arthur Casagrande, Dr. Fernando Alba Andrade y Dr. Marcos Moshinsky aparecidos en los periódicos y medios universitarios. Así como las opiniones del rector Dr. Luis Garrido, del arquitecto Carlos Lazo y de la periodista Elena Poniatowska. La investigación se detuvo considerablemente por lo indirecto de la información proporcionada por las fuentes hemerográficas. Si bien, en conjunto brindaron contenidos destacados, en ocasiones no se acompañan de fechas y lugares que ayuden a ubicar los acontecimientos. En algunos casos, se desarrolló y agotó el contenido de las fuentes en un mismo punto; en otros, una misma referencia fue utilizada en varios apartados de la investigación. Se presentan todas las versiones

encontradas sobre un mismo hecho, tomándose partido por aquella que muestra mayor viabilidad. Como era de esperarse, una considerable proporción de la información consultada está escrita en términos científicos, lo cual fue un reto que se buscó superar hasta donde fue posible. Una vez comprendidos los problemas se expusieron de la manera más sencilla procurando claridad. Debe reconocerse como limitación de la investigación la escasa consulta de fondos documentales, en los que probablemente, se pueden localizar vestigios sobre la labor de Nabor Carrillo en misiones diplomáticas en el Organismo Internacional de Energía Atómica (1957) y en la Comisión Interamericana de Energía Nuclear.¹⁵ Por otro lado, se entrevistó al Ing. Oscar Vega quién compartió sus memorias como compañero calculista de Nabor Carrillo en la presa “La Angostura”. Gracias al Mtro. Antonio Carrillo del Instituto de Matemáticas de la UNAM se tuvo acceso a otros datos biográficos no considerados hasta ese momento. El Dr. Juan Manuel Lozano fue consultado en tres ocasiones brindando información relevante sobre la personalidad del Dr. Nabor Carrillo y nutrió considerablemente este trabajo con una cuidadosa y crítica lectura. Sus comentarios ayudaron a precisar aspectos científicos y tecnológicos, a ubicar fechas con exactitud y a mejorar la redacción. Las sugerencias de los maestros Rafael Guevara y Alberto Betancourt motivaron a repensar aspectos teóricos e historiográficos para presentar una versión más equilibrada de Nabor Carrillo. Se ha puesto mayor atención en la interacción de los distintos capítulos e incluido información sobre accidentes en reactores nucleares y manejo de desechos radioactivos.

¹⁵ Quedará por rastrear en otro momento la participación del Dr. Nabor Carrillo en el Primer Simposium Interamericano sobre Energía Nuclear realizado en Brookhaven National Laboratory, (1957), en el acuerdo (07/1962) en relación a la Cuarta Reunión de la Comisión Interamericana de Energía Nuclear y en el Cuarto Simposium Interamericano sobre la Aplicación de la Energía Nuclear para Fines Pacíficos.

Delimitación conceptual

Basado en la definición propuesta por la Dra. Luz Fernanda Azuela y el Lic. José Luis Talancón de *proyecto nuclear mexicano*¹⁶ en esta tesis el concepto referirá a: “los *designios o pensamientos de ejecutar acciones* encaminadas a los usos pacíficos de los núcleos y, en particular, en dirección de la aplicación energética”. Mientras que por *programa* se entenderá la “*serie ordenada de operaciones* encaminadas a los usos pacíficos de los núcleos y, en particular, en dirección de la aplicación energética”. En este entendido, en México existieron en instituciones públicas, al menos 2 programas relacionados con la energía nuclear antes de la creación de la Comisión Nacional de Energía Nuclear. Uno de ellos estuvo bajo la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica liderada por el Dr. Manuel Sandoval Vallarta; se puede incluir como parte de él: la prospección de yacimientos de uranio, la construcción de contadores de partículas, los estudios para la construcción de una pila atómica (reactor) y los relacionados con zonas áridas.¹⁷ El programa restante fue impulsado por el Dr. Nabor Carrillo Flores en la UNAM e implicó la adquisición del acelerador de partículas Van de Graaff, la gestoría político- administrativa para la creación del Laboratorio en el que se conformó el equipo de los primeros físicos nucleares experimentales en México.¹⁸ Una vez creada la CNEN, los Drs. Nabor Carrillo Flores y Manuel Sandoval Vallarta debieron posicionar sus propias visiones de desarrollo nuclear.

¹⁶ Cfr. Luz Fernanda Azuela, José Luis Talancón. *Contracorriente. Historia de la energía nuclear en México...*, p. 32.

¹⁷ Deberá estudiarse con atención si el curso de Física Superior y el laboratorio de física nuclear en el Instituto Politécnico Nacional, (IPN) dirigidos por Marietta Blau Golwing de 1939 a 1944 pueden considerarse como parte del mismo programa.

¹⁸ Esta interpretación se basa en el hecho de que un programa nacional implica control por parte del aparato de gobierno. Lo cual no significa que en todos los casos un programa tengan su origen en una política de gobierno. La gubernamentalización de los programas no garantiza la articulación de todos los esfuerzos o evita totalmente la duplicidad de los distintos actores sociales.

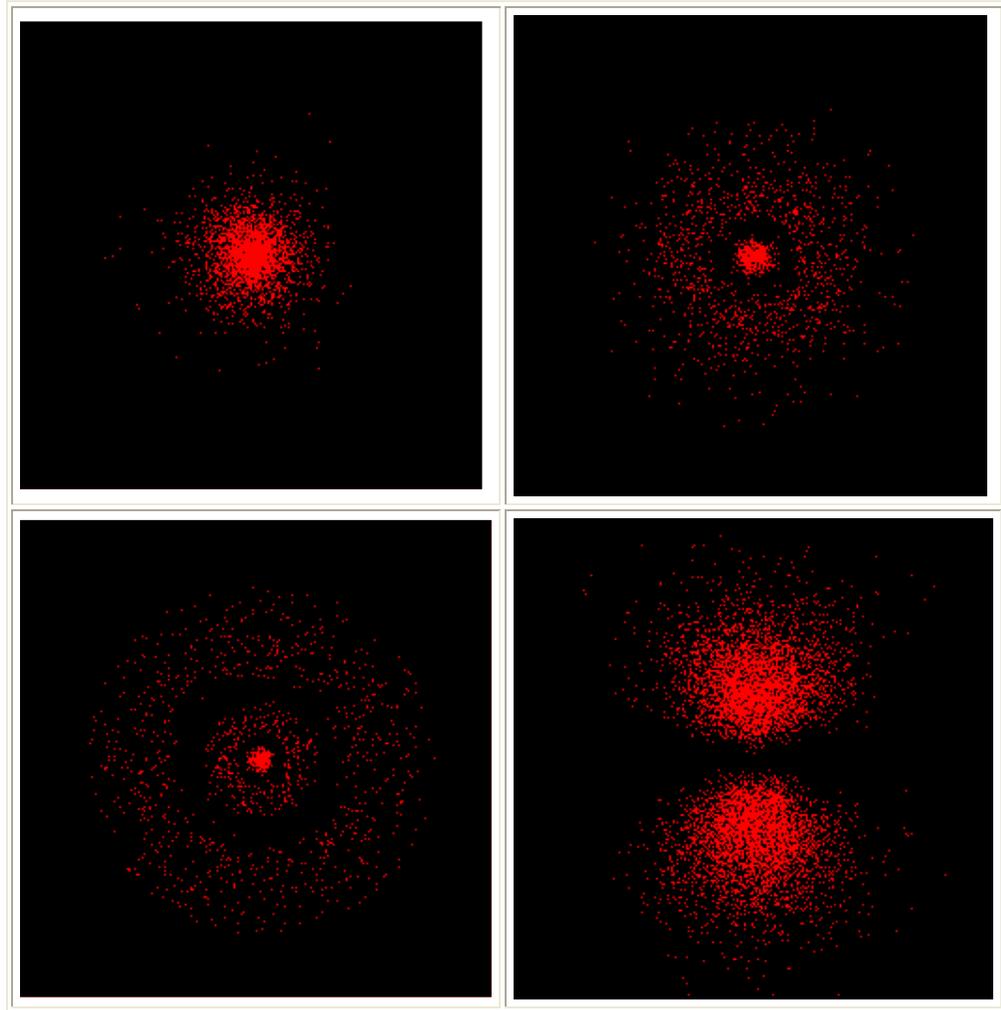
Contenido

En el capítulo 1 de este estudio se trata de la concepción del átomo en Occidente, desde la antigüedad y hasta la época contemporánea.¹⁹ El recorrido cronológico aproxima a las ideas que se han tenido de la materia y los intentos por explicar su composición. En el relato se engarzan los avances teóricos con los experimentales desde distintas disciplinas. Se sostiene que los conocimientos sobre la materia avanzaron de manera significativa por medio del uso de los aceleradores de partículas. Dadas las condiciones del desarrollo en el siglo XX los distintos regímenes políticos ideologizaron y militarizaron la ciencia. Descubierta el proceso de fisión, del que se reconocía la liberación de grandes cantidades de energía sobrevino una política preventiva en los Estados Unidos respecto a Alemania. Los Estados Unidos desarrollan la bomba nuclear y la detonan sobre objetivos civiles en dos ciudades japonesas poniendo fin a la segunda Guerra Mundial. El mundo encaró el reacomodo político marcado por la bipolaridad de los sistemas capitalista y socialista, con el enfrentamiento entre los Estados Unidos, la Unión Soviética y respectivas naciones aliadas. El contexto de la Guerra Fría posibilitaría la invención de armas más mortíferas como la bomba de Hidrógeno. Se revisan también las ideas asociadas a lo atómico y nuclear, así como las instituciones que se crearon para regular el conocimiento sobre el tema. Se pasa entonces al ámbito nacional y se brindan elementos para reconocer las limitaciones de infraestructura científica, crisis políticas y respuestas de destacados matemáticos en las tres primeras décadas del siglo XX en la formación de ingenieros. Se estudian las reacciones mexicanas respecto

¹⁹ Hay evidencia de ideas filosóficas materialistas entre los indios *cārvāka*, aunque fueron la excepción. Cfr. Ainslie T. Embree; Friedrich Wilhelm. *India. Historia del subcontinente de las culturas del Indo hasta el comienzo del dominio inglés*. 9ª. Ed. México. Siglo XXI, 1996. p. 41, (*Historia Universal del Siglo XXI*, 17)

a las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear. En el capítulo 2 se explora la vida y obra del Dr. Nabor Carrillo, verificando cómo un ámbito, de carácter íntimo y personal, confluyó con las necesidades, las aspiraciones, las posibilidades y los retos, nacionales e internacionales para el impulso de un programa nuclear. Por cuestiones de exposición, se dividió la labor desarrollada por el Dr. Nabor Carrillo en tres partes: 1. Mecánica de suelos, 2. Coordinación de la Investigación Científica y 3. Rectorado en la UNAM. En la primera se revisa su trabajo de ingeniería, en la segunda, su vinculación con la energía nuclear, y en la tercera, su labor de gestoría, promoción y desarrollo de la ciencia en la UNAM. En el capítulo 3 se exponen las contribuciones del Dr. Nabor Carrillo en la consolidación de una base infraestructural que permitiera la capacitación, investigación y aplicación de la energía nuclear. Se ofrecen contenidos sobre los modos en que atrajo recursos, favoreció la conformación de equipos de investigación, procuró su apoyo para la especialización y estableció convenios interinstitucionales en física nuclear. El capítulo 4 cubre aspectos relacionados con el surgimiento de especialidades y el diseño de megaproyectos por parte de Nabor Carrillo. Por ejemplo, se tienen los relacionados con el estudio de zonas áridas, el uso de bombas nucleares en la construcción de canales interoceánicos y el abasto de agua y luz a bajo costo para la ciudad de México (proyecto “Texcoco”). Finalmente, en el capítulo 5 se presenta a algunos intelectuales y hombres de ciencia, relacionados con la energía nuclear entre 1946 y 1968. Se tratará del rector Luis Garrido, el Arq. Carlos Lazo, el Dr. Alberto Barajas, el Dr. Carlos Graef Fernández, y por último, del Dr. Manuel Sandoval Vallarta.

5Capítulo 1



Simulación por computadora de las probabilidades (u orbitales) de encontrarse un electrón en puntos alrededor del núcleo de un átomo de hidrógeno en cuatro niveles de energía diferentes

DEL ÁTOMO O “PARTÍCULA INDIVISIBLE” AL ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

En la cultura occidental, el interés por explicar la naturaleza y el origen sustancial de todas las cosas se remonta a los primeros filósofos griegos. A esta búsqueda se encuentran ligados los nombres de Tales de Mileto (624-548 a.C.), Anaxímenes (585-524 a.C.), Heráclito (544 a.C.-484 a.C.), Parménides (540-470 a.C.), Empédocles de Agrigento (483-423 a.C.), Leucipo (460-370 a.C.) de quien casi nadie se sabe, Demócrito (460-370 a.C.) y Epicuro (341-271/270 a.C.) Se atribuye a Demócrito el proponer una teoría materialista y unitaria del universo. La palabra átomo, que significa “indivisible” fue utilizada por él para referirse a las pequeñas partículas independientes que existen en toda la eternidad.²⁰ De sus movimientos y choque dependían la formación y destrucción de los mundos, y de su tamaño, forma y posición, las diferentes propiedades de los cuerpos. Con el ascenso de los postulados socráticos y platónicos dirigidos a problemas éticos e ideales el atomismo se convirtió en una teoría en desuso aguardándose para su nuevo cultivo hasta Lucrecio (99-55 a.C.) en el mundo latino. Durante el medioevo el pensamiento cristiano restringió las posibilidades de explicaciones materialistas de la naturaleza, aunque se cultivó la alquimia. Esta disciplina fue introducida por los árabes en Europa y se interesó por la transmutación de la materia contribuyendo a la aparición de métodos químicos y técnicas metalúrgicas. Uno de sus cultivadores fue Abu Musa Jabir ibn Hayyan (Giber) (723-815 d.C.) quien propuso al calor, la humedad, la frialdad y la sequedad como cuatro naturalezas; a través de su combinación y de su unión con una sustancia nacían los opuestos. Dividió a la naturaleza en interna y en externa sujetando sus cambios a las variaciones en sus cantidades constitutivas. Los alquimistas consideraron al plomo

²⁰ Claude Marmasse. *La paciente historia del átomo...*, p. 22.

y al oro como compuestos de azufre y mercurio siendo posible la transmutación de uno a otro. Se creía que el proceso era posible de dos formas: la primera mediante el uso de un elíxir, o combinación de elementos; la segunda, a través de la “Piedra Filosofal”. De este modo, se puede decir, que la alquimia mezcló tanto aspectos mágicos como prácticos. En el Renacimiento se produjeron cambios decisivos en el avance y la difusión del conocimiento científico. Recuérdese, por ejemplo, el paulatino abandono del latín por los idiomas modernos, el flujo cultural relacionado con la introducción de textos griegos en Europa por los sabios de Constantinopla (1453), la invención de la imprenta (1440) y el espíritu de observación y experimentación, sobre todo en la astronomía.



Asedio de Constantinopla por los turcos

Fue hasta el siglo XVII en que Pierre Gassendi (1592-1655), filósofo y matemático francés retomó la teoría atómica y la moral epicúrea intentando conciliarla con el cristianismo. En la llamada “Edad de la Razón” Van Helmont (1580-1644), inventor de la palabra gas y considerado como padre de la bioquímica insistió en el principio de la

conservación de la materia; Robert Boyle (1627-1691) propuso las leyes que llevan su apellido y pensó que el aire estaba constituido por pequeñas partículas; Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794) creó la nomenclatura de los gases; y John Dalton (1776-1844) propuso su teoría atómica. Hasta ese momento no existía una terminología clara para diferenciar entre una molécula (palabra inventada por Pierre Gassendi) y un átomo. Con la teoría cinética de los gases propuesta por Daniel Bernoulli (1700-1782) el concepto de átomo empezó a utilizarse en la química y en la física.²¹ Benjamín Franklin (1706-1790) contribuyó al entendimiento de la electricidad encontrando cargas positivas y negativas. Mientras que Michael Faraday (1791-1867) y James Clerk Maxwell (1831-1879) estudiaron aspectos del electromagnetismo. Casi al terminar el siglo XIX se habían descubrieron los rayos X, la radioactividad y el electrón; los rayos X relacionaron a la física con la medicina y la química mientras que la radioactividad condujo al establecimiento de la propiedad de ciertos elementos de emitir partículas.²²

1.1.1 Cooperación e intercambio científico a principios del siglo XX

Las primeras tres décadas del siglo XX contaron con un ambiente cosmopolita propicio para los congresos internacionales donde se difundieron los progresos científicos generados principalmente en Europa. En el libro *Pioneros de las ciencias nucleares* se habla de cuatro escuelas de diferente origen nacional con líneas específicas de trabajo que guardan relación entre sí.²³ A pesar de que para los objetivos de esta reconstrucción la división propuesta sistematiza y ayuda a comprender la evolución científica en Europa en la primera mitad del siglo XX no ofrece información sobre

²¹ *Ib.* p. 42, 76,111.

²² Pedro Bosch; Silvia Bulbulian; Marisela Fernández, *et al.* *Pioneros de las ciencias nucleares...*, p. 26-38.

²³ *Ib.* p. 7. Las escuelas tratadas son: la francesa, la británica, la italiana y la austriaco-alemana.

otras realidades como la estadounidense, la rusa, la japonesa e inclusive de la latinoamericana. En esta tesis se propone ampliar a 6 las escuelas, de acuerdo con las fuentes disponibles, destacando un poco más las contribuciones de la ciencia estadounidense y japonesa y dedicando un espacio a la mecánica cuántica; también se repasa cuál era la situación de la ciencia mexicana en el mismo periodo.

La primera escuela de la que se tratará es la cultivada por científicos franceses, en ella se tiene a Henry Becquerel (1852-1908) descubridor accidental de la radioactividad en las sales de uranio en 1896. Mientras Becquerel observaba las propiedades de la fluorescencia en las sales envolvió algunas de estas en papel negro evitando su contacto con la luz. Sin proponérselo, Becquerel detectó que una lámina de plata y una placa fotográfica dispuesta debajo de ellas tenían una impresión. Con lo cual concluyó que “se trataba de rayos que no se dejaban influenciar por nada y que permanecían siempre inalterables, frente a todas las condiciones exteriores, independientemente del frío o del calor y del estado de agregación de la sal de uranio, bien estuviese ésta disuelta o sólida”.²⁴ El descubrimiento de Henry Becquerel determinó un nuevo acercamiento a la materia.

²⁴ Gerhard Löwenthal; Josef Hausen. *Viviremos mediante los Átomos...*, p. 31.



Marie Curie

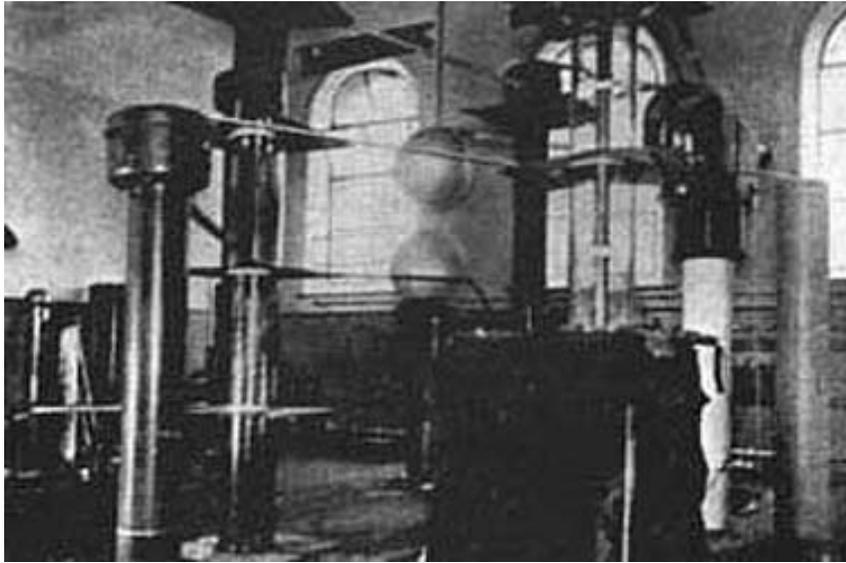
Como era de esperarse el conocimiento continuó avanzando y en 1898 Marja Sklodowska (Madame Curie; 1867-1934) descubrió el polonio. Madame Curie escribió un tratado sobre radioactividad y determinó la masa atómica del radio; por su parte su esposo Pierre Curie (1859-1906) creó un método para la medición de la radioactividad y juntos fundaron el Instituto del Radio. Su hija Irène Curie (1897-1956) trabajó con interpretaciones teóricas e investigaciones experimentales en compañía de su esposo Frédéric Joliot (1900-1958). En 1935 los franceses obtienen el premio Nobel de Química por su descubrimiento de la radioactividad artificial (producción de isótopos de elementos originalmente no radioactivos).

La segunda escuela de interés es la desarrollada por científicos de Gran Bretaña²⁵ donde destacaron Joseph John Thompson (1856-1940), Ernest Rutherford (1871-1937) y su discípulo James Chadwick (1891-1974). Thompson descubrió el

²⁵ Se prefirió utilizar este nombre en sustitución de escuela anglosajona para diferenciarla de la escuela estadounidense.

electrón en 1897 y midió su carga y masa. Rutherford se interesó por el fenómeno de la radioactividad. Sus estudios lo llevaron a distinguir varios tipos de rayos (Alfa, Beta y Gama). En 1911 planteó un modelo atómico en el que consideró al átomo como un núcleo pequeño con carga positiva, alrededor del cual se localizaban los electrones con carga negativa y el resto era casi vacío.²⁶ En 1913 Ernest Rutherford y Frederick Soddy (1877-1956) anunciaron la ley del desplazamiento radiactivo, según ésta, cuando un elemento radiactivo emite partículas cargadas, su posición en el sistema periódico varía, lo que explica la existencia de elementos con propiedades químicas idénticas, pero de pesos atómicos diferentes, a los que Frederick Soddy denominó isótopos. Ello permitió el descubrimiento del elemento radiactivo llamado protactinio, que realizaron independientemente Soddy en Gran Bretaña y Otto Hanh (1879-1968) acompañado de Lise Meitner (1878-1968) en Alemania. El sueño de la alquimia se alcanzó en 1919 cuando Rutherford realizó la primera transmutación de un elemento en otro. Para ello utilizó partículas alfa no aceleradas y las hizo chocar contra un núcleo de nitrógeno que momentáneamente cambió a un núcleo inestable de flúor, finalmente, éste se separó en un núcleo de oxígeno. Para investigar la estructura del núcleo atómico era necesario contar con una máquina capaz de controlar su descomposición. Entre 1928 y 1930 John Cockcroft y Ernest Walton construyeron el primer acelerador electrostático de gran energía con el cual se pudo bombardear un átomo con electrones impulsados a gran velocidad.

²⁶ Thompson consideró al átomo como una esfera de carga positiva dentro de la cual se localizaban los electrones cuya carga era negativa haciendo del electrón un conjunto neutro. Para algunos estudiosos, el descubrimiento del neutrón es considerado como el inicio de la “Era nuclear”. Cfr. Pedro Bosch; Silvia Bulbulian; Marisela Fernández, *et al. Pioneros de las ciencias nucleares*. p. 59-60. Para otros fue hasta 1942 con la construcción de la *Chicago Pile Number One* por parte de Enrico Fermi. Quizá ésta última proposición ubique más en cuanto a las aplicaciones de la energía nuclear. Cfr. Carlo Rubia. *El dilema nuclear...*, p. 87.



***Acelerador de 500 kilovolts construido por
Cockcroft y Walton en 1932***

En 1932 James Chadwick descubrió el neutrón, obtuvo el premio Nobel de Física correspondiente a 1935 y en 1940 fue visitado por Otto Frish (1904-1979). La tercera escuela es la de científicos italianos principalmente representada por Enrico Fermi. Éste científico estudió la fisión nuclear en el uranio, descubrió la estadística que lleva su nombre y contribuyó al avance de la teoría de los rayos beta. En 1939 movido por el clima adverso derivado del fascismo viajó a los Estados Unidos, acompañado por su esposa de origen judío, sumándose a otros eminentes científicos europeos exiliados con anterioridad.²⁷

La cuarta escuela fue cultivada por estudiosos de origen austriaco y alemán contando entre sus integrantes a Otto Hanh, Lise Meitner, Otto Frisch y Fritz Strassmann (1902-1980). Otto Hanh se interesó inicialmente en la química pero su relación con Emil Fischer (1852-1919), Premio Nobel de Química en 1902, lo motivó a dedicarse a la radioquímica. Tuvo una estancia en la Universidad de Montreal y

²⁷ José María Sánchez. *El poder de la ciencia...*, p. 276. Recuérdense los casos de Einstein, Lorentz, Eddington, Debye y Wentzel.

conoció a Ernest Rutherford. Para 1907, estando ya en Alemania, trabajó estrechamente y por cerca de 31 años con la vienesa Lise Meitner. Durante la primera Guerra Mundial participó en el desarrollo de armas químicas. En 1938 Otto Hanh perdió a Lise Meitner cuando la represión en Alemania la obligó a huir a Holanda y posteriormente a Suecia.



Lise Meitner



Otto Hanh

Otto Hanh prosiguió con el equipo de científicos mientras Lise Meitner, quién colaboraba en el exilio con científicos como Fritz Strassmann (1902-1980) y Manne Siegbahn (1886-1978), le enviaba instrucciones. Si bien, fue Otto Hanh quién realizó el bombardeo de uranio con neutrones, se debe a Lise Meitner la explicación y uso del concepto de “fisión nuclear”. Desafortunadamente para Lise Meitner, Otto Hanh hizo pasar el estudio exclusivamente como suyo recibiendo el premio Nobel de Química en 1944.²⁸ A esta escuela también se debe el descubrimiento del bario.²⁹

²⁸ Patricia de la Peña Sobrazo. “El silencio sobre Lise Meitner” en *El Faro. La luz de la ciencia. Boletín Informativo de la Coordinación de Investigación Científica*. Dir. Patricia de la Peña Sobrazo. México. Mensual. UNAM, año VI, núm. 65, 3 de agosto de 2006, p. 11.

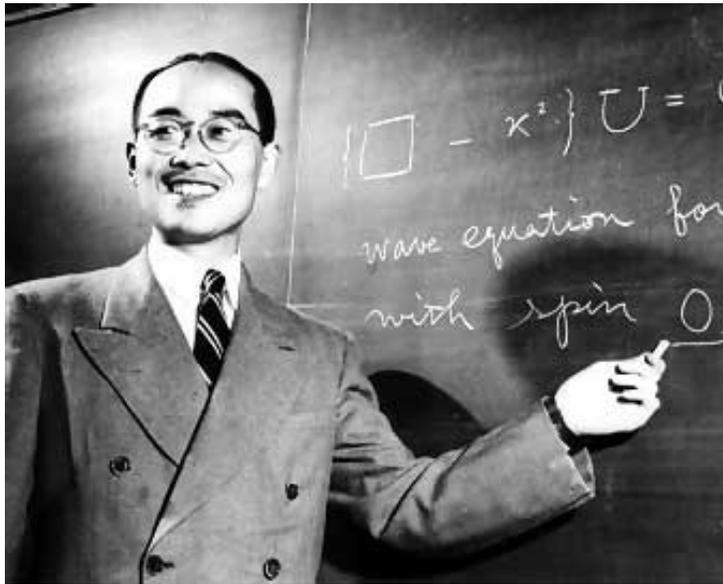
La quinta escuela es representada por científicos estadounidenses destacando físicos como: Robert Andrews Millikan (1868-1955), Carl David Anderson (1905-1991) y Ernest O. Lawrence (1901-1958). En 1911 Robert Andrews Millikan midió la carga del electrón y en 1916 determinó el valor de la constante de Planck recibiendo el Premio Nobel en 1923. Millikan también se dedicó al estudio de los rayos cósmicos. A las investigaciones de Carl David Anderson se debe el descubrimiento del positrón.³⁰

La sexta y última escuela está representada por los científicos japoneses. Destacando Hideki Yukawa (1907-1981), Premio Nobel de Física en 1949, quien ahondo en el conocimiento de las fuerzas nucleares. En 1935 propuso la hipótesis de la existencia de una partícula subatómica, a la que se le dio el nombre de “mesón” (actualmente *pion*). Dado que su propuesta fue teórica tardaron algunos años para que científicos experimentales confirmaran su existencia. Esto ocurrió en 1947 gracias al trabajo del premio Nobel Cecil Frank Powel, así como de los científicos Giuseppe Occhialini (1907-1993) de Italia y Cesare Mansueto Giulio Lattes (1924-2005) de Brasil. Otro científico más fue Yoshio Nishina (1890-1951) quién descubrió en 1940 el neptunio y colaboró con Kimura, Ezoé, Yasaki, Ikawa, así como con el alemán Klein. Yoshio Nishina y Klein desarrollaron una ley que lleva sus apellidos sobre la absorción de radiaciones electromagnéticas.³¹

²⁹ Cfr. Pedro Bosch; Silvia Bulbulian; Marisela Fernández, *et al.* *Op cit.*, p. 103-128. Los científicos de finales de los años treinta sabían más sobre la radioactividad, de la estructura del átomo y de su manejo a través del uso de los aceleradores de partículas. Encontraron que el uranio liberaba bajo ciertas condiciones grandes cantidades de energía. A esta energía se le llamó nuclear y era el resultado del choque entre un neutrón y un núcleo del cual se desprendían otros núcleos más ligeros. A este proceso de separación se le conoce como fisión y es el principio de una reacción en cadena.

³⁰ Cfr. José Otero Espasandín. *Los Átomos...*, p. 234.

³¹ Zuloaga. *La fuerza atómica...*, p. 148-149. Cabe mencionar que el profesor Hideki Yukawa recibió la invitación y según recuerda el Dr. Juan Manuel Lozano asistió al Congreso Mexicano Científico. Cfr. Jesús Silva-Herzog. *Una historia de la Universidad de México...*, p. 112.



Hideki Yukawa

1.1.2 El surgimiento de la mecánica cuántica

Al origen de la mecánica cuántica se encuentran relacionados fundamentalmente los nombres de Max Planck (1858-1947), Albert Einstein (1879-1955), Louis de Broglie (1892-1987), Erwin Schrödinger (1887-1961) y Werner Heisenberg (1901-1976).³² En términos generales, la mecánica cuántica es considerada como una parte de la física (creada en el periodo de entreguerras) donde se estudian las fuerzas e interrelaciones de los componentes atómicos estableciéndose sus leyes de movimiento.³³ La mecánica cuántica es una de las teorías que han hecho crisis en el “sistema de pensamiento” occidental, quizá del modo más profundo, enfrentando las críticas de quienes la consideraron ininteligible. Dejando de lado sus bases conceptuales los científicos han adoptaron respecto a ella una actitud pragmática debido a su capacidad explicativa. La gestación de la mecánica cuántica suele ubicarse en el siglo XIX en el cual la física newtoniana, que había prevalecido en los siglos XVII y XVIII se vio enfrentada con

³² Claude Marmasse. *Op cit.*, p. 144. El surgimiento de la mecánica cuántica se ubica en 1925.

³³ Cfr. Guillermo Aguilar Sahagún; *et al. Una ojeada a la materia...*, p. 16, 67.

nuevas geometrías y con la concepción del “campo” electromagnético. En este proceso se tuvo que repensar la interpretación que se daba del mundo físico y los fundamentos de las disciplinas dedicadas a su estudio. La visión aristotélica que privilegiaba la idea de mundo compuesto por elementos materiales llamados “esencias”, con sus propiedades, daría paso a una concepción de relaciones, considerando que los elementos solo pueden ser definidos a partir de ellas.³⁴ Max Planck se había interesado en el problema del cuerpo negro, es decir, aquel que se queda con toda la radiación que le llega, y que por no emitir ninguna se observa negro.³⁵ Max Planck se propuso resolver la manera en que se distribuía la energía entre diferentes frecuencias y variación de temperatura. Cuando se alcanzaron resultados experimentales estos no coincidieron con los obtenidos por la teoría. Max Planck consideró que para encontrar la respuesta había que introducir una hipótesis que no tenía cabida en la física clásica. Su planteamiento fue que “era necesario reconocer que la energía intercambiada entre las paredes de la cavidad y el campo contenido en ella puede variar, no de manera continua sino por saltos”. Con lo cual describió matemáticamente las relaciones entre energía, campo y los átomos de un contenedor a través de saltos de un tamaño bien definido para cada frecuencia. Max Planck llamó a los paquetes de energía que intercambian átomos y campo *quanta* de energía. Iniciaba así, en 1900, el proceso de construcción de la teoría cuántica que requirió del esfuerzo de una multitud de científicos sobre todo de Europa Central y con predominio de las aportaciones alemanas y de sus zonas de influencia.³⁶ El

³⁴ Rolando García. “La revolución conceptual de la mecánica cuántica y sus actores” en María de la Paz Ramos Lara, (Coord.). *La mecánica cuántica en México*. México, UNAM-Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Siglo XXI Editores, 2003, (Ciencia y Tecnología en la Historia de México). p. 7-8.

³⁵ El comportamiento termodinámico de un cuerpo negro sería similar al de una cavidad cerrada alojada en una pieza metálica.

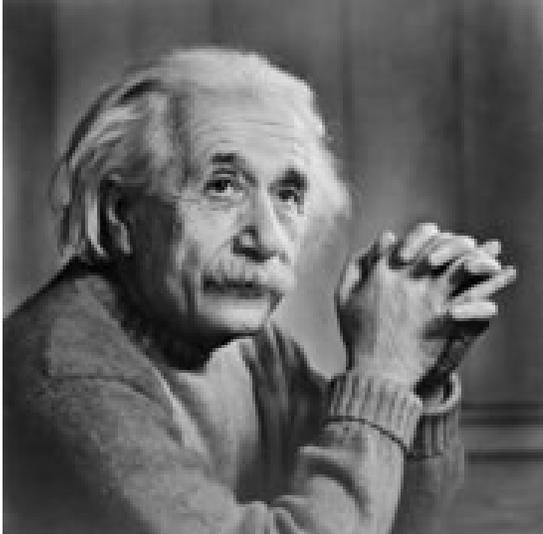
³⁶ Fue hasta 1926-1927 que la mecánica cuántica quedó prácticamente establecida como es conocida en la actualidad.

siguiente paso se debió a Albert Einstein quién entre 1905 y 1907 reformuló la hipótesis cuántica de Max Planck. Albert Einstein propuso que “el campo electromagnético no posee una estructura continua [...], sino que al nivel fundamental que describe su interacción con átomos aislados, debe vérselo como si fuera un gas, pero [...] *sui generis*, compuesto por fotones”. Se derivó de ello una de las peculiaridades de los sistemas cuánticos que consiste en que sus corpúsculos se comportan a la vez como ondas y como partículas (*dualidad onda-corpúsculo*); además de esto Albert Einstein propuso su teoría de la relatividad.³⁷ En 1913, el científico danés Niels Bohr (1885-1962) presentó, basado en los trabajos de Albert Einstein y Max Planck, una primera teoría cuántica del átomo. Pasado el tiempo Louis de Broglie sustentó en 1924 su teoría de la dualidad onda-partícula de la materia. Esta idea fue compartida y generalizada por Erwin Schrödinger. Entonces se tuvo que pensar en las posibles leyes del movimiento de las partículas atómicas. Werner Heisenberg (1901-1976) anunció que no se podía determinar al mismo tiempo la velocidad y la ubicación de una partícula elemental, introduciendo la probabilidad.³⁸ Conviene recordar que desde Albert Einstein hasta el día hay intentos por alcanzar

³⁷ De manera sucinta, la teoría de la relatividad introdujo nociones para la medición del tiempo y del espacio; planteó una relación distinta entre la materia y la velocidad; estableció la velocidad de la luz como la máxima posible a alcanzar y postuló la fórmula $E = m \cdot c^2$ como equivalencia entre materia y energía. Para comprender mejor el significado de la teoría de la relatividad se cita lo que Jorge Flores Valdés escribe sobre ella. Se dice que fue en 1905 en que Albert Einstein revisó los conceptos de espacio y de tiempo entonces vigentes. Einstein propuso que “no puede haber ninguna partícula que se mueva con una velocidad mayor que la de la luz en el vacío. De esta simple proposición se deduce que el tiempo fluye de manera relativa al observador y que depende de su estado de movimiento. Esta críptica frase quiere decir, entre otras cosas, que dos eventos simultáneos para un físico cualquiera que los observe, no lo serían para otro observador que se moviera respecto al primero. El tiempo absoluto de Newton cede su lugar en la física a una velocidad absoluta, la de la luz, que es la máxima existente en la naturaleza. Cuando la velocidad de un cuerpo cualquiera es mucho menor que la de la luz, ésta aparenta ser infinita; ya no existe, para todo propósito práctico, un límite a la velocidad de cuerpo material alguno. La mecánica relativista predice entonces lo mismo que la newtoniana. En otros términos, la relatividad sólo es crucial al tratar con partículas muy rápidas, que se mueven con velocidades cercanas a la de la luz”. *La Gran Ilusión II. Los Cuarks*. México, Fondo de Cultura Económica, 1997. (La ciencia para Todos). (http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/22/htm/sec_12.html)

³⁸ Luis de la Peña. “La mecánica cuántica en México. La visión desde la física” en María de la Paz Ramos Lara, (Coord.), *Op cit*, p. 21-32.

una teoría unificada capaz de explicar los fenómenos físicos a escala microscópica y los producidos a una escala universal.³⁹



Albert Einstein



Werner Heisenberg

Los progresos teóricos de física atómica y nuclear deben mucho de sí al trabajo experimental realizados con aparatos de precisión. Entre ellos cabe mencionar: el contador de partículas tipo Geiger, cuyo dispositivo permitió a Rutherford la detección de radiación y partículas subatómicas individuales;⁴⁰ la cámara de Wilson, que sirvió para fotografiar la trayectoria de las partículas, y de modo particular, a los aceleradores de partículas a quienes se ha dedicado el siguiente apartado.

1.2.1. El manejo experimental de los aceleradores de partículas

Los aceleradores de partículas ocupan un lugar destacado en esta narración y pueden suscitar ideas diversas, incluso actitudes de cierta extrañeza sobre el tema. Para

³⁹ Esbairde Adem. “Un intento de comprensión del sentido físico de los fenómenos cuánticos” en *Una ventana hacia la investigación en física*. Esbairde Adem, (Coord.) México, UNAM-Fondo de Cultura Económica, 2000. (Texto Científico Universitario). p.136.

⁴⁰ *Ib.* p. 49.

quién escribe costó cerca de un año entender su significado, implicaciones y repercusiones. Simplificando, los aceleradores de partículas son aparatos para investigar y manipular la materia en sus partes más pequeñas. Aunque con algunos cambios, en general, un acelerador de partículas consta de un tubo, dos electrodos dispuestos en lugares diferentes con cargas eléctricas opuestas; un campo eléctrico que aplica fuerza a la partícula y la dirige hacia el polo contrario donde se producirá su choque. Cuentan además con complicados imanes, técnicas de alto vacío; detectores y contadores de partículas, así como voltaje para incrementar la magnitud del campo eléctrico. Por su estructura física y funcionamiento, los aceleradores pueden ser divididos en dos grandes tipos: lineales y circulares (ciclotrón). En los aceleradores lineales la partícula atraviesa una sola vez por las distintas etapas de la aceleración; en cambio, en un acelerador circular la partícula atraviesa por una etapa de aceleración lineal además de realizar varias vueltas dentro de un tubo al vacío ganando aún más energía. Antes de la invención de los aceleradores de partículas, los científicos aprovecharon las partículas cósmicas de alta energía para dividir núcleos atómicos y producir nuevas partículas elementales. De cierto modo, “cazaban partículas”, sin lograr el control sobre las colisiones entre estas y los núcleos. De cierto modo los aceleradores de partículas imitaban “en el laboratorio los procesos producidos por las partículas cósmicas primarias”.⁴¹

La historia de los aceleradores de partículas comenzó entre 1928 y 1932 cuando John D. Cockroft (1897-1967) y Ernest T.S. Walton (1903-1995) construyeron uno de ellos en el laboratorio de Rutherford. En conjunto terminaron un acelerador lineal que alcanzó energías de 750,000 electrovoltios. Alrededor de 1929, en los Estados Unidos, Robert Jemison Van de Graaff (1901-1967) exhibió un acelerador con el cual

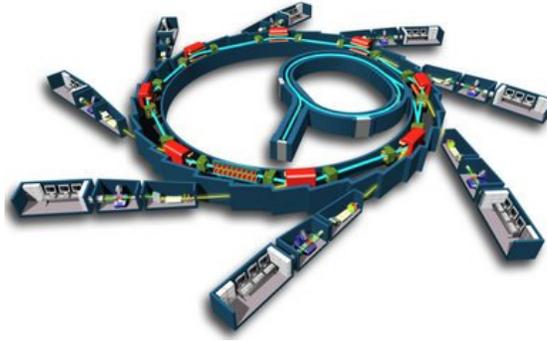
⁴¹ Yuval y Yoram Kirsh. *Los cazadores de partículas...*, p. 109.

era posible realizar estudios de física nuclear. Para 1931 el Van de Graaff, como fue llamado, cargaba esferas metálicas a muy altas tensiones (1 megavoltio). En 1929 Edward Orland Lawrence (1901-1958) concibió la idea de un “ciclotrón” mejorando las posibilidades de investigación en física nuclear; además de producir isótopos útiles en la medicina, la agricultura y la investigación biológica. Desde entonces éstas han sido algunas de las aplicaciones básicas de los aceleradores de partículas. El ritmo de las investigaciones científicas demandó diferentes tipos de aceleradores de partículas con voltajes más elevados, produciéndose distintas generaciones. De esa evolución puede mencionarse el “Betatrón” que aceleraba electrones para la producción de rayos X inventado en 1941 por Donald W. Kerst. El acelerador circular llamado “Cosmotrón” terminado en 1952 en los *Brookhaven National Laboratory*. La investigación realizada entre los años treinta y sesenta contribuyó a ampliar el modelo atómico con el descubrimiento de los *piones*, los *muones*, los *neutrinos* y los *cuarks*.⁴²

⁴² En 1972 el acelerador “Linac” marcó un cambio decisivo en la manera de acelerar las partículas, por medio de él fue posible colisionar partículas y antipartículas en movimiento. Otro importante progreso tecnológico lo constituyó el “Super Sincrotrón de Protones”, SP terminado en 1976 como un esfuerzo colaborativo del *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*, CERN. Para su instalación requirió de un túnel subterráneo con una circunferencia de 7 kilómetros entre las fronteras de Francia y Suiza. Para 1984, el “Tevatrón” utilizó la tecnología de superconducción en el proceso de la aceleración de partículas. Estos son solo algunos de los nombres de los distintos aceleradores de partículas que han sido construidos, por supuesto existen más de fabricación canadiense, francesa y rusa. Actualmente es en el CERN donde se realizan los trabajos internacionales más importantes en ésta materia. Los cuales se han dirigido a indagar sobre la fusión de núcleos de hidrógeno. Para profundizar en este tema puede verse: *Los cazadores de partículas*, p. 124, 126 y 127. Edmund Wilson. *An Introduction to Particle Accelerators*. p. 18. Arturo Menchaca, Coord. *Las ciencias exactas en México*. México, Fondo de Estudios e Investigaciones Ricardo J. Zevada-Consejo Nacional para la Cultura y las Artes-Fondo de Cultura Económica, p. 100-105. María de la Paz Ramos Lara, (Coord.) *Experiencia Mexicana en Aceleradores de Partículas*. México, UNAM/Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades-Siglo XXI Editores, 2004. (Ciencia y Tecnología en la Historia de México).



Van de Graaff (1937)



Esquema de sincrotrón

1.2.2 La militarización de la ciencia y los usos bélicos de la energía nuclear

En la comprensión de la ciencia contemporánea debe tenerse en cuenta su progresivo acercamiento a la política, la industria y el ejército, entre otros muchos campos. Se comenzará por mencionar que los sistemas totalitarios provocaron la movilidad de algunas de las mentes más brillantes de Europa. Tanto en Alemania como en Italia, el nacional-socialismo y el fascismo fueron particularmente hostiles a minorías étnicas y opositores ideológicos. Los judíos fueron una de estas minorías perseguidas, toda vez que les consideró como súbditos y sin derechos políticos. En 1935, con el ascenso de Adolfo Hitler al poder, se promulgaron las “Leyes de Nüremberg” con las cuales el clima de violencia hacia los judíos se recrudeció. Mujeres y hombres dedicados a las ciencias fueron cesados de sus labores o decidieron renunciar. El nacional-socialismo inventó la denominada “Física Aria” con la cual la ideología se impuso sobre la libertad del conocimiento. La Física Aria desconocía las aportaciones de científicos judíos aunque el interés alemán por ganar la segunda Guerra Mundial se convirtió en

una razón de peso para soslayar prejuicios disfrazados de conocimiento científico. Quienes alcanzaron salir de Alemania se dirigieron principalmente a Inglaterra, los Estados Unidos y Suiza. Se tiene documentado, por lo menos en los dos primeros países, que existieron ciertas respuestas de solidaridad con los desplazados. Hubo programas de asistencia donde se ofrecieron a los científicos recursos económicos, alojamiento temporal e incluso algún puesto.⁴³ Estas medidas favorecieron a los más connotados y resultaron paliativas para la mayor parte de los refugiados. Se propone que los indicadores negativos derivados de la crisis de 1929 llegaron hasta 1940, y por lo menos en Estados Unidos, el financiamiento destinado a la investigación científica no aumentó. Los inmigrantes tuvieron dificultades para conseguir empleo en las universidades por los altos índices de doctorados, y en los grandes laboratorios e industrias, por la recesión económica, generándose fricciones entre nacionales y extranjeros. En 1939 los franceses llamaron la atención sobre las posibles aplicaciones bélicas de la fisión en la construcción de bombas. Esta información llegó a los Estados Unidos despertando cierta paranoia y una política que bien puede denominarse como “preventiva”. Su tópico, que es conocido por la reciente invasión a Irak (2004), se resume en el mantenimiento de la seguridad nacional adelantándose bélicamente a los enemigos potenciales.⁴⁴ En el siguiente apartado se hablará de la fabricación de la bomba nuclear, como uno de los proyectos científico-militares norteamericanos más importantes durante la guerra.

⁴³ En Inglaterra respondió el *Academic Assistance Council* y en los Estados Unidos la Fundación Rockefeller. Cfr. José María Sánchez. *Op cit.*, p. 272-296.

⁴⁴ En agosto de 1939 a iniciativa de Leo Szilard (1898-1964), un científico europeo asilado en los Estados Unidos, Albert Einstein firmó una carta dirigida al presidente F. D. Roosevelt (1882-1945) donde le informaba sobre la posibilidad de que Alemania hubiera iniciado la búsqueda de armas altamente destructivas. Si bien se duda que el presidente F. D. Roosevelt la haya leído, la respuesta gubernamental fue destinar 6, 000 dólares para acelerar la investigación estadounidense. Cfr. María Ester Brandan. *Armas y explosiones...*, p. 23.

1.2.3 El proyecto Manhattan y el fin de la segunda Guerra Mundial

Las noticias del supuesto avance bélico alemán sirvieron de justificación para la implementación del “Proyecto Maniatan”. Se pensaba que los alemanes al descubrir la fisión nuclear habían iniciado un programa para encontrar los usos militares de la energía nuclear. El llamado proyecto Manhattan (Manhattan Engineer District) fue una iniciativa secreta del Departamento de Estado Norteamericano que vinculó los esfuerzos de cerca de 150, 000 personas con el objeto de construir la primera bomba atómica. Tuvo como antecedentes el Comité del Uranio en 1939, que intentó conseguir la separación de los isótopos del uranio y una reacción en cadena sostenida; el *National Defenses Research Committee* que en 1940 articuló la investigación científica; y la *Office of Scientific Research and Development* que en 1941 funcionó como la principal autoridad en materia de defensa. El proyecto duró aproximadamente tres años (1942-1945) e intervinieron los gobiernos de los Estados Unidos e Inglaterra.⁴⁵ El proyecto que manejó un presupuesto estimado en 3, 000 millones de dólares fue dirigido desde el punto de vista científico por J. Robert Oppenheimer (1904-1967). Mientras que el general Leslie Richard Groves (1896-1970) se encargó de la supervisión de la construcción de tres ciudades. La primera se localizó en Oak Ridge, Tennessee, ahí se buscó separar uranio y conseguir el isótopo fisiónable 235. La segunda en Hanford, Washington para producir plutonio 239. La tercera en Los Álamos, Nuevo México, para fabricar las primeras tres bombas atómicas.⁴⁶ En el marco del proyecto Enrico Fermi construyó el primer reactor nuclear que abrió las puertas para el control de la fisión nuclear y la obtención de plutonio. Pero ¿qué estaba pasando en realidad por la mente de los alemanes?, ¿Fue cierta la suposición estadounidense de la amenaza nuclear? Al parecer los alemanes no

⁴⁵ Cfr. José María Sánchez. *Op cit.*, p. 326-331.

⁴⁶ María Ester Brandan. *Armas y explosiones...* p. 25.

realizaron esfuerzos para obtener la bomba nuclear. Si bien es cierto que contaron con el “Proyecto Uranio” bajo la dirección de Werner Heisenberg, el científico condujo la investigación en física nuclear a la industria, sobre todo la eléctrica.⁴⁷ Cuando los alemanes avanzaron en Europa, particularmente en territorio francés, sortearon importantes dificultades para allegarse conocimientos y aparatos de investigación. Frédéric Joliot mantuvo en secreto los usos bélicos de la fisión, además de proteger su ciclotrón, conservándolo en su país y permaneciendo al tanto de las investigaciones realizadas con él mientras duró la ocupación. Otras peripecias enfrentadas por los alemanes fueron la destrucción de sus instalaciones de electrolisis en Rjukan, Noruega.



Bombardeo aéreo de la planta

⁴⁷ Existe una interesante polémica, aún sin resolver, sobre la actitud de Werner Heisenberg en el proyecto nuclear alemán. Al respecto puede consultarse el texto de Rolando García: “La revolución conceptual de la mecánica cuántica y sus actores” en María de la Paz Ramos Lara, (Coord.) *La Mecánica cuántica en México...*, p. 11-19.

Por no mencionar el bombardeo del Instituto Kaiser-Wilhelm en Alemania en 1945 en el cual se perdió el reactor nuclear con el cual se realizaban estudios. Los científicos alemanes debieron desplazarse a Hechingen donde se dieron a la tarea de diseñar uno nuevo.⁴⁸ Como los daños sufridos en la infraestructura fueron severos y Alemania estaba siendo derrotada no fue posible llevar adelante el proyecto. En 1944, asegurado el triunfo en la guerra, el ejército estadounidense ingresó en territorio alemán, contando con la autorización del presidente Harry S. Truman (1884-1972). Entonces personal especializado realizó pesquisas y confiscaciones científicas. Se sustrajeron conocimientos útiles de ingeniería civil, aerodinámica, textiles, tintes, equipo pesado, óptica y combustibles. Al finalizar la guerra, Alemania perdió su liderazgo en las ciencias físicas y fue desplazada por los Estados Unidos.⁴⁹

1.3.1 La Comisión de Energía Atómica de las Naciones Unidas

Entre 1944 y 1945 algunos científicos, entre los que destacan Niels Bohr, Leo Szilard, y Albert Einstein se movilizaron para solicitar que la bomba no fuera utilizada en la guerra. Pero el proyecto Manhattan no se detuvo, porque las autoridades consideraron, que no debían lanzar por la borda una investigación de tantos millones de dólares. El 11 de junio de 1945, cuando la guerra ya había terminado en Europa, se envió al Ministerio de Guerra un *memorandum* conocido como el *Informe Franck* donde científicos cercanos al proyecto Manhattan plantearon los efectos destructivos de la bomba y sus consecuencias en las relaciones internacionales. El proyecto continuó sin alteración, y el 16 de julio de 1945, fue detonada la primera bomba nuclear en Álamo Gordo, Nuevo México. Las siguientes bombas fueron lanzadas el 6 y el 9 de agosto en las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki. Con lo cual se

⁴⁸ Cfr. Josef Hausen. *Viviremos mediante los átomos...*, p. 61-65.

⁴⁹ José María Sánchez. *Op. cit.* p. 312-314.

obligó al gobierno japonés a poner fin a la segunda Guerra Mundial el día 15 de agosto de 1945. Las cifras sobre las víctimas de las dos bombas varían entre 100, 000 y 210, 000 muertes inmediatas, sin considerar los 100, 000 o 150, 000 heridos, muchos de los cuales no resistieron. Según la postura oficial, la justificación del uso de la bomba sobre Japón radicó en el número de vidas que salvaría,⁵⁰ aunque de trasfondo se tuvieron como objetivos “evitar la presencia soviética en Asia, obligar a los japoneses a una rendición incondicional, advertir a Rusia del poderío norteamericano y garantizar la hegemonía estadounidense en la posguerra”.⁵¹



Hongo nuclear



El observador nuclear

El Departamento de Guerra estadounidense ofreció a los medios internacionales una visión oficiosa y espectacular de la bomba manipulando sus efectos destructivos.

⁵⁰ María Ester Brandan. *Op.cit.*, p. 31.

⁵¹ Alberto Betancourt Posada. “Noticias de Hiroshima y Nagasaki...” en *Revista Universidad de México*, nueva época, núm. 607, enero de 2002. p. 32.

La deliberada exaltación del “misterio atómico” se realizó con varios fines: disuadir al enemigo en conflictos diplomáticos, justificar las astronómicas erogaciones hechas para el Proyecto Manhattan, disculpar el uso de la bomba contra cientos de civiles inocentes y granjearle popularidad a la industria nuclear como instrumento central de la seguridad estadounidense[...] La irrupción de “lo nuclear” en el imaginario colectivo generó un torrente de imágenes y una gran variedad de interpretaciones, que rebasó los objetivos de la campaña de propaganda, generó numerosas expectativas y provocó reacciones inesperadas.⁵²

Los términos átomo y energía nuclear se integraron rápidamente al léxico de los ciudadanos abarcando tanto la seguridad nacional, como el albor de una nueva y luminosa “Era” que revolucionaría la totalidad de la vida humana.⁵³ Debe considerarse que al finalizar la segunda Guerra Mundial, los Estados Unidos, se colocaron a la vanguardia del tema nuclear. La visible superioridad científico-tecnológica fue percibida como una amenaza para la convivencia pacífica en el nuevo orden internacional. Los Estados Unidos, Inglaterra y Canadá dieron a conocer en noviembre de 1945 la “Declaración unánime sobre la energía atómica”. En la declaración se proponía la creación de una Comisión dependiente de Naciones Unidas para la eliminación del empleo destructivo de la energía atómica y el fomento de sus usos industriales y humanitarios. Los Estados Unidos mostraron, un cuestionable interés por establecer el equilibrio mundial. En diciembre de 1945 se reunieron los representantes de los Estados Unidos, Inglaterra y la Unión Soviética. Se acordó presentar un proyecto a la Asamblea General de las Naciones Unidas. Para enero de 1946 se aprobó la creación de la Comisión de Energía Atómica de las Naciones Unidas

⁵² *Ib.* p. 34-35.

⁵³ En “El hombre de la calle ante la Era Atómica” un texto escrito en la década de los ochenta por Emmanuel D’Astier se plantea que para la mayoría de los franceses al escuchar este concepto pensaban en invenciones como el submarino, el avión y el rompehielos atómicos, en el diagnóstico de cáncer y las centrales atómicas. En la literatura de la época se realiza un uso indiscriminado y confuso de los términos de “Era” atómica y “Era” nuclear. *Cfr.* Heisenberg. *El hombre y el átomo...*, p. 172. En esta tesis se utilizará “Era” nuclear para referirse a los usos principales que se pretendía dar a dicha fuente de energía.

(CEANU).⁵⁴ En la CEANU se expresaron las rivalidades entre los Estados Unidos y la Unión Soviética. Los Estados Unidos prepararon un informe a través de la colaboración de los grupos de Dean Acheson (1893-1971) y David E. Lilienthal (1899-1981). El representante estadounidense ante la CEANU, Bernard M. Baruch (1870-1965), y sus ayudantes lo ampliaron y presentaron como “Plan Baruch”. En este plan se propuso crear un Organismo que regulara el acceso al saber nuclear y los materiales radiactivos, además de servir para controlar la producción de bombas. La postura soviética fue proscribir totalmente el uso de las bombas nucleares, eliminar las existentes hasta ese momento y considerar como criminal a aquella nación que las empleara. Al no existir punto de acuerdo, el gobierno soviético rechazó la iniciativa estadounidense considerando que este país se abrogaban para sí el monopolio nuclear, no eliminaban el problema de fondo, imponían una política intervencionista y ponían en riesgo la soberanía nacional. En repetidas sesiones multinacionales, así como en entrevistas a puerta cerrada, tanto estadounidenses como soviético defendieron sin dar paso atrás sus propias iniciativas. En la práctica fueron aprobados varios informes que beneficiaron la visión del futuro nuclear de los Estados Unidos y sus aliados. La Comisión llegó a ser “vía muerta” y fue disuelta por la Asamblea General en 1952.

1.3.2 ¿Beneficios para la humanidad? o la ciencia bajo directrices de los E.U.

El doble discurso sobre los usos pacíficos de los núcleos atómicos tuvo una siguiente etapa en 1953 según lo demuestra la presentación ante la Asamblea de Naciones

⁵⁴ Viena. Organismo Internacional de Energía Atómica. *20 años del Organismo Internacional de Energía Atómica*. Secretaría de Educación Pública, 1977, p. 3. Cabe señalar que el Dr. Manuel Sandoval Vallarta asistió y presidió como representante mexicano en las primeras sesiones del OIEA. Fue acompañado de otros científicos mexicanos como el Dr. Nabor Carrillo y el Dr. Carlos Graef Fernández, además de los señores Manuel Cabrera Carrasquedo y Carlos Peón del Valle. *Cfr.* Luz Fernanda Azuela, José Luis Talancón. *Contracorriente...*, p. 42-43. *Apud.* Sandoval Vallarta. “México en la Comisión...”, p. 513.

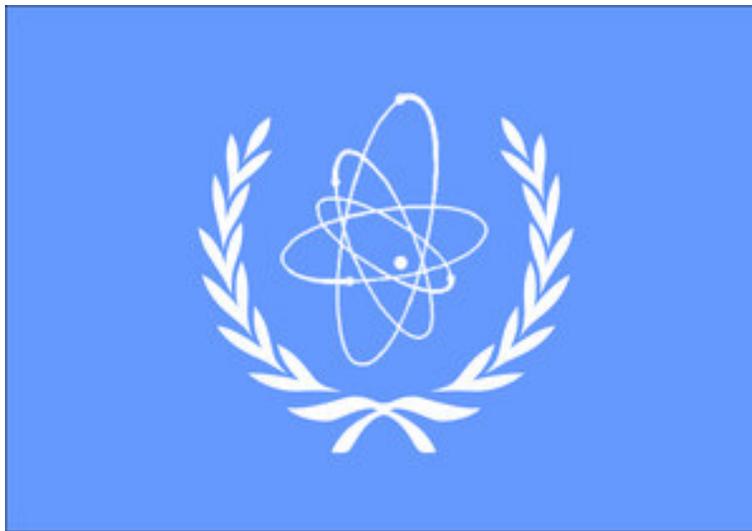
Unidas del proyecto “Atoms for Peace”. El proyecto fue dado a conocer el 8 de diciembre por el Presidente de los Estados Unidos Dwight D. Eisenhower. De acuerdo con el licenciado Zacarías Nassar, el presidente Dwight D. Eisenhower (1890-1969) inició su discurso hablando de las amenazas de destrucción y muerte provocadas por el uso de la bomba nuclear o la bomba de hidrógeno. Reconocía que se habían incrementado los progresos militares y los arsenales bélicos sin contar, hasta ese momento, con alguna forma de defensa ante un ataque nuclear. Por tanto, los caminos eran el control y el desarme de los países con bombas nucleares. De acuerdo con Zacarías Nassar los puntos de su propuesta se resumirían de la siguiente manera. El presidente Dwight D. Eisenhower sugirió la creación de un Organismo Internacional que almacenara y protegiera los materiales radioactivos, exclusivamente para usos pacíficos y se ofreció apoyo técnico a las naciones menos desarrolladas para iniciar sus propios programas nucleares.

La más importante responsabilidad de la alta autoridad de la energía atómica sería idear los métodos para los cuales el material fisionable habría de ser asignado para los usos pacíficos que desea la Humanidad. Se movilizarían técnicos para aplicar la energía atómica a las necesidades de la agricultura, la medicina y otras actividades pacíficas. Un objetivo especial sería el de proveer de abundante energía eléctrica a aquellas regiones del mundo carentes de ella. De esta manera las potencias contribuyentes dedicarían parte de su poderío para satisfacer las necesidades del mundo, y no para aumentar sus terrores.⁵⁵

Casi un año después de darse a conocer el proyecto, el día 4 de diciembre de 1954, la Asamblea General aprobó por unanimidad la resolución denominada “Átomos para la Paz”. Con lo cual se abrió formalmente el camino para la creación del Organismo Internacional de Energía Atómica de Naciones Unidas, OIEA. En agosto de 1955 se

⁵⁵ Nassar, Zacarias. *El derecho internacional ante la bomba atómica*. Tesis de licenciatura en derecho. México, UNAM-Facultad de Derecho, 1954, p. 76. Este estudio presenta un buen acercamiento a los antecedentes del OIEA.

reunieron representantes de Australia, Bélgica, Canadá, Estados Unidos, Portugal, Inglaterra y Unión Sudafricana con el fin de elaborar los Estatutos del Organismo. De manera simultánea se realizó en Ginebra la “Primera Conferencia Internacional sobre la Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos”. La Conferencia reunió a especialistas en ciencias nucleares alrededor del mundo. Se intercambiaron experiencias y se reavivó el interés internacional por los beneficios de las investigaciones en física nuclear. Luego se sucedieron debates sobre la elaboración de los estatutos y se acordó someterlos a la aprobación de todos los Estados Miembros de la ONU.



***Bandera del Organismo Internacional
de Energía Atómica***

En una conferencia celebrada en la ONU el 23 de septiembre de 1956 se presentó el Estatuto del Organismo Internacional de Energía Atómica. Después de ser revisado, el 23 de octubre de ese mismo año recibió su aprobación. Vinieron entonces los preparativos para la celebración de la primera reunión de la Conferencia General del

OIEA que incluía las recomendaciones para un programa inicial de actividades. La Conferencia se celebró en la ciudad de Viena del 1 al 23 de octubre de 1957. Los objetivos del OIEA quedaron definidos de acuerdo con el fin de:

[...] acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero. En la medida que le sea posible se asegurará que la asistencia que preste, o la que se preste a petición suya, o bajo su dirección o control, no sea utilizada de modo que contribuya a fines militares.⁵⁶

Originalmente, el programa incluyó el fomento de técnicas radiactivas en cuatro campos: la medicina, la agricultura, la industria y el desarrollo de los recursos hidráulicos. En la medida que fue posible generar energía eléctrica derivada de los núcleos atómicos, las actividades del Organismo se diversificaron. Entonces se estudió y trató de resolver los problemas de la nucleoelectricidad y el ciclo del combustible nuclear. Esto último involucraba tanto aspectos económicos, como de seguridad y de no proliferación de armas de destrucción masiva. La OIEA se puso como meta realizar varias acciones, por ejemplo: prestar asistencia técnica a los Estados miembros; tomar medidas de seguridad que facilitaran el comercio en la esfera nuclear; establecer salvaguardias para que la asistencia no fuera utilizada con fines bélicos; además de la creación de una base para la comprensión y la aceptación de la energía nuclear en la opinión pública. En opinión del historiador mexicano Alberto Betancourt, el proyecto Átomos para la Paz sirvió para camuflagear los gastos de producción en serie de la bomba de hidrógeno,⁵⁷ lo cual parece plausible si se considera que años después la investigación espacial encubrió el desarrollo de los cohetes intercontinentales con ojivas nucleares.⁵⁸

⁵⁶ Viena. *Op cit.*, p. 1.

⁵⁷ Alberto Betancourt. *Op cit.*, p. 37.

⁵⁸ Max Born. “Esperanza de que todos los hombres comprendan la amenaza atómica” en *Ciencia y conciencia en la era atómica...*, p. 194.

1.4.1 La reacción mexicana ante la energía nuclear

Como se observó, la energía nuclear fue un tema que sugería al mismo tiempo muerte y progreso. El primero de ellos se derivó de la amenaza del uso de las armas de destrucción masiva, en el contexto de la lucha entre la ideología capitalista y socialista. El segundo, fue el resultado de la promoción que los Estados Unidos hicieron de la energía nuclear como panacea a los problemas de electricidad, transporte, salud, alimentación y justicia social en el mundo. Fue a través de una instancia internacional, la ONU, que los Estados Unidos se sirvieron para legitimar una estrategia que difícilmente pudo ser desenmascarada en su momento. Los gobiernos del mundo fueron fácilmente arrastrados por la euforia del aprovechamiento de la energía nuclear. Sin embargo, lo nuclear no escapó de consideraciones sobre sus consecuencias económicas, políticas, científico-tecnológicas y ambientales. En el siguiente apartado se revisará cual fue la reacción mexicana respecto al núcleo atómico y a la energía nuclear.

1.4.2 La “Era” nuclear en la literatura de divulgación científica en México

Dado que ya Regis Cabral se dio a la tarea de revisar en los diarios de la ciudad de México las notas relacionadas con Hiroshima y Nagasaki aquí se presentan algunas líneas extraídas de una obra mexicana de divulgación científica. Se trata del libro *La fuerza atómica* publicado en 1945 por el científico y político mexicano Pedro Zuloaga.⁵⁹ Gracias a él, se sabe que la bomba nuclear generó temor por el posible advenimiento de una guerra con desenlace fatal.

⁵⁹ Pedro Zuloaga Irigoiti (1891-1954). Nació en la ciudad de Chihuahua y estudió teoría de la relatividad. Se dice que sostuvo durante años correspondencia con Albert Einstein y se sabe con certeza que fue catedrático de Filosofía de la Ciencia en la UNAM. Entre sus obras destacan *Cosmos y destino del Hombre* publicada en 1933 y la *Bancarrotas del Materialismo en la ciencia* de 1938. Participó en política (Partido Acción Nacional) y fundó la revista *La Nación* junto con Manuel Gómez

La guerra atómica tendrá que venir, y pronto; porque los hombres no son diferentes de lo que eran hace tres meses, y jamás en la historia se ha visto que dejen de usar una arma por demasiado mortífera o destructora. Y los Estados Unidos son, con la posible excepción de Inglaterra, el país más vulnerable a esta clase de ataques. Una bomba sobre la parte baja de Nueva York causaría más daños que diez bombas sobre Rusia.⁶⁰

Pedro Zuloaga conoció a través de medios estadounidenses una versión resumida por Waldemar Kaempffert (1877-1956)⁶¹ de un informe escrito por un hombre de apellido Smyth (probablemente Henry de Woolf Smyth). Pedro Zuloaga consideró que no se podía “poner entera confianza” en el reporte.⁶² La mención del informe resulta interesante por remitir a un documento temprano sobre aspectos teóricos de física nuclear, además de reflejar el interés mexicano por conocer, reflexionar y divulgar los usos nucleares. Pedro Zuloaga supo de la dificultad de liberar energía de los núcleos atómicos, y que ello era posible hasta ese entonces, de los elementos inestables (radioactivos). Pedro Zuloaga propuso usar la reacción en cadena en motores liberando energía en bajas cantidades y de manera progresiva para evitar explosiones. Tanto para el científico mexicano como para Smyth, el verdadero reto de la irrupción nuclear era liberar la energía de “elementos más comunes y abundantes que los radioactivos”. El maestro Zuloaga veía dos aplicaciones concretas de la energía nuclear: su uso en el alumbrado público y en motores de combustión interna.

Morín.

Cfr.

(<http://www.pan.org.mx/?P=182&ArtOrder=ReadArt&Article=205342>; <http://www.pan.org.mx/?P=238&ArtOrder=ReadArt&Article=206051>)

⁶⁰ Pedro Zuloaga. *La Fuerza atómica...*, p.149-150.

⁶¹ Probablemente se trató del traductor y editor de la revista *Scientific American* y posterior responsable de *Ciencia e Ingeniería* de la revista *New York Time*.

⁶² Niels Bohr. *Científico, filósofo, humanista*. 2da. ed. México, Fondo de Cultura Económica, 1997. De acuerdo con lo expuesto por Marcos Mazari es probable que se tratara del siguiente texto: (EUA, Inglaterra y Canadá). *Atomic Energy for Military Purposes, The Smyth Report. 1940-1945*. Apéndice 7. "Inglaterra y la bomba atómica, agosto 12, 1945". (http://www.jovenclub.cu/libros/Libros_1/ciencia2/14/htm/sec_9.htm)

De todos modos, creemos que antes de que la aplicación de la energía nuclear a fines pacíficos pueda transformar la faz de la civilización y el tenor de nuestras vidas, tendrá que hallarse el modo de desencadenar la energía de elementos más comunes y abundantes que el uranio. Imagínese lo que será si se puede llegar a extraer cantidades de energía comparables a las que rinde el uranio, de elementos como el hierro, el silicio, o el aluminio, o sus compuestos; de silicatos o alúmina está hecha la mayor parte de la corteza terrestre; todo barro es uno de esos compuestos; y si del barro se obtuviera algo así como una milésima parte de su energía de constitución, como se ha obtenido del uranio, bastarían quinientos gramos de una naranja para alumbrar a una ciudad como México durante un mes, o bien para enviar una flota de cien “clip-pers” (barco diseñado para navegar rápidamente) alrededor del mundo. El trabajo manual de un bracero durante toda su vida podría substituirse con la energía extraída de medio gramo de barro. No habría razón alguna para que el más pobre de los hombres no pudiera vivir como vive un político mexicano después de seis años de jinetear un puesto público.⁶³

Pedro Zuloaga acertó al esperar que las investigaciones futuras en energía atendieran a elementos más comunes. Las investigaciones actuales sobre fusión nuclear estudian la liberación de energía en elementos no radiactivos.

1.4.3 Los científicos y sus instituciones frente a la energía nuclear

En relación al cultivo de las ciencias físico-matemáticas en México durante la primera mitad del siglo XX se tiene como referente el trabajo del matemático Sotero Prieto. El maestro Sotero Prieto fue un gran conocedor de la física clásica e introductor de la teoría de la relatividad en 1912;⁶⁴ promovió las ciencias y sirvió de detonante para la realización de un seminario (los días viernes) donde se discutía sobre matemáticas superiores, a partir de 1932 y hasta 1935. El seminario incentivó a muchos jóvenes quienes recibieron influencia en su vocación científica.⁶⁵ El Dr. Carlos Graef Fernández ayuda a comprender la relevancia del cultivo de las matemáticas en el desarrollo científico. Para él, las matemáticas eran un requisito indispensable para

⁶³ Pedro Zuloaga. *La Fuerza atómica...*, p. 154-155.

⁶⁴ Carlos Graef Fernández. *Obra Científica...*, p. 564.

⁶⁵ Cfr. José Raúl Domínguez. *Los programas...*, p. 48.

desarrollar la física y la química, a las cuales entendía como base de la técnica y la industria. No desarrollarlas significaba depender técnicamente del extranjero y la imposibilidad de “dirigir la explotación de los propios recursos naturales, y la producción industrial”.⁶⁶



El maestro Sotero Prieto

En términos de la regulación de la ciencia mexicana constituye un primer esfuerzo la creación en 1935 del Consejo Nacional de la Educación Superior para efecto de organizar e impulsar la ciencia nacional. Por otro lado, se mejoró la oferta en la educación superior y el posgrado, prioritariamente en el IPN y en la UNAM. En 1936 el ingeniero Ricardo Monges López creó la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas. En 1938 llegó a México la física austriaca Marietta Blau quien se incorporó al Instituto Politécnico Nacional. Para 1938 con la anexión del departamento de Biología la Escuela pasó a ser Facultad de Ciencias y el Instituto de Física se separó del de

⁶⁶ Carlos Graef Fernández. *Op cit.*, p. 565.

Matemáticas contando con una pequeña planta de investigadores, unos cuantos estudiantes, una secretaria y un traductor.⁶⁷ En ese entonces se investigaban aspectos de radiación cósmica. A finales de los años treinta y principios de los cuarenta México contaba con un grupo de reducido de especialistas en física entre los que se encontraban en primer lugar el Dr. Manuel Sandoval Vallarta y el Dr. Alfredo Baños. Ambos habían viajado al extranjero y realizado estudios superiores en las mejores universidades de Europa y los Estados Unidos. Su trabajo coincidió con la creación de instituciones educativas y científicas. A su regreso se incorporaron a ellas y empezaron a desarrollar un trabajo directivo, así como de capacitación de cuadros, este fue el caso de la física atómica, la física nuclear, entre otras.

1.4.4 El interés político en los usos de la energía nuclear

El interés internacional por la energía nuclear implicó el control de los materiales nucleares por razones tanto militares como económicas. El Gobierno Federal mexicano asumió la posesión de yacimientos de uranio y el control de los materiales radioactivos y aparatos de rayos X. La declaratoria que se conoce al respecto apareció el 22 de agosto de 1945. En ella se incorporaba a las reservas nacionales los yacimientos de uranio y demás sustancias radioactivas regulándose su explotación y distribución. Al año siguiente, el día 15 de octubre de 1946, el Presidente Manuel Ávila Camacho reformó la declaratoria anterior y especificó que el Ejecutivo era el único que podía explotar las reservas de sustancias radioactivas. Para, el 31 de diciembre de 1949 se expidió la *Ley que declara Reservas Mineras Nacionales los yacimientos de uranio, torio y las substancias radiactivas que puedan producir energía nuclear*. En su artículo 7º estipuló que la posesión y empleo de sustancias

⁶⁷ Cfr. Fernando Alba Andrade. *Testimonios...*, p. 88-89.

radioactivas podía realizarse siempre y cuando fueran con fines exclusivamente terapéuticos, industriales o científicos.⁶⁸

⁶⁸ Enrique Gaona. *La Seguridad Radiológica y la Física Médica en México...*, p. 105.

Capítulo 2

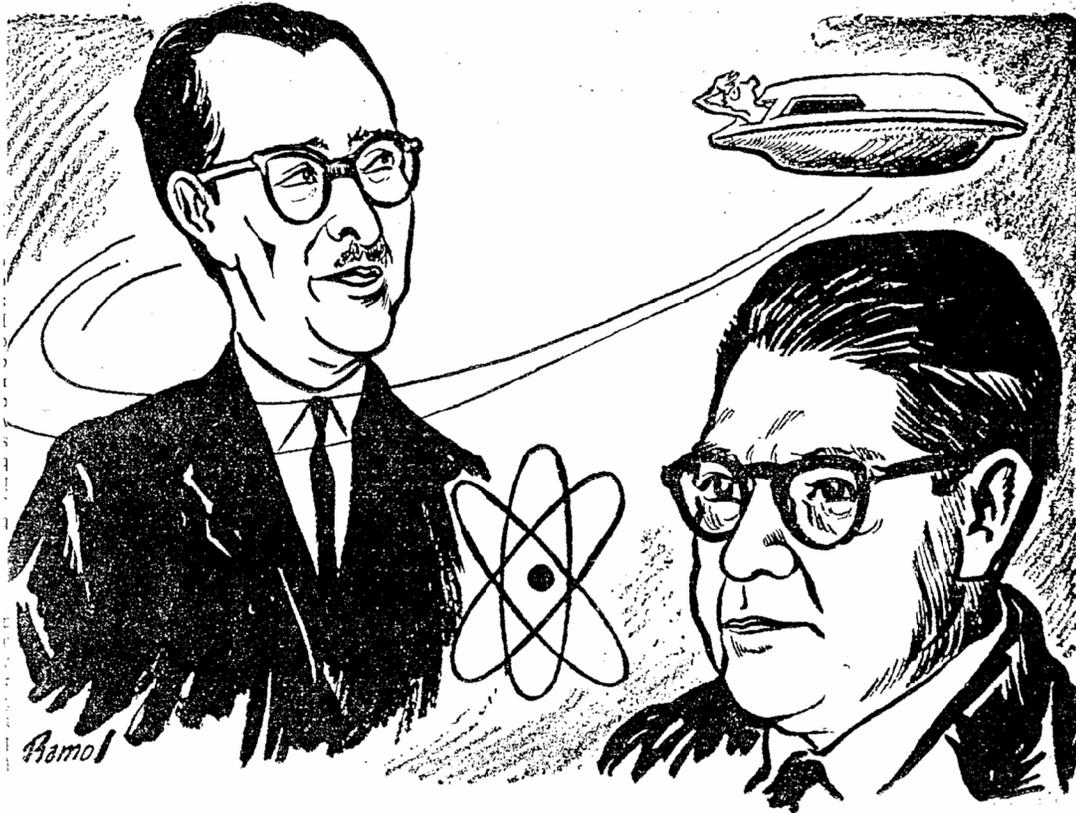


Ilustración de Ramos, [s.f.] en la que aparecen el Presidente Miguel Alemán y el Dr. Nabor Carrillo entre alusiones al átomo y al espacio exterior
CESU-AHUNAM/FNCF

NABOR CARRILLO o LA ALEGRÍA DE VIVIR⁶⁹

Hasta este momento se ha realizado una breve descripción de la historia del átomo y de la energía nuclear en Occidente. A continuación se repasaron algunas características del desarrollo de la física atómica y de la física nuclear experimental. Todo ello relacionado con fuertes intereses políticos, militares y económicos que determinaron la construcción social de la tecnología nuclear. Se ha visto también el incipiente desarrollo de la ciencia mexicana en los primeros lustros del siglo XX. En este capítulo se iniciará el abordaje sobre la vida y obra del Dr. Nabor Carrillo Flores. Se espera despejar las preguntas de: ¿cómo repercutieron las condiciones internacionales en éste y otros actores clave? y ¿cómo se articuló la respuesta nacional en dicho contexto?

2.1.1 Apuntes sobre la familia Carrillo Flores

Se empieza con la trayectoria de la familia Carrillo Flores conociendo lo mejor posible a Don Julián Carrillo Trujillo y a su esposa Doña Maura Flores, padres del Dr. Nabor Carrillo. Don Julián Carrillo nació el 28 de enero de 1875, en el pueblo de Ahualulco, San Luis Potosí. Sus padres fueron Nabor Carrillo y Antonia Trujillo, quienes formaron una familia indígena con 9 hijos. El contexto político que vivió el futuro intérprete y teórico musical tuvo el signo del Porfirismo. Recuérdese que en 1876 el General Porfirio Díaz se levantó en armas contra el Presidente Sebastián Lerdo de Tejada siendo electo presidente constitucional en 1877. Julián Carrillo formó parte del coro del templo de su pueblo aproximándose desde pequeño a la música. En 1885 se trasladó a San Luis Potosí donde estudió y trabajó con Flavio F. Carlos. Su maestro era

⁶⁹ El Dr. Carlos Graef Fernández se refirió de esta forma respecto al Dr. Nabor Carrillo durante una entrevista. *Cfr. Semblanza del Doctor Nabor Carrillo*, caj. 4, exp. 20, doc. 919, [s.f.]. p. 12.

considerado uno de los más destacados en la formación de músicos potosinos. Como su situación económica no fue buena, dejó sus estudios de primaria, pero continuó con la música. Para 1884 logró una *Misa* y para 1885 se mudó a la ciudad de México. Llegó a la capital con la recomendación del gobierno de San Luis Potosí e ingresó al Conservatorio Nacional. En el Conservatorio, Julián Carrillo se interesó por los aspectos físicos y matemáticos de la música y se dedicó a experimentar. No se contentó con las divisiones tradicionales de las cuerdas en dos, tres, cuatro y hasta ocho partes. Dividió la distancia de la cuarta cuerda del violín, entre las notas Sol y La hasta lograr producir 16 sonidos diferentes. En ese momento puede ubicarse su interés, por demás consistente, de multiplicar los tonos musicales. En 1899 Julián Carrillo estuvo en una ceremonia oficial de entrega de premios a estudiantes, en ella el Presidente Porfirio Díaz lo oyó como solista tocando un violín; satisfecho con su interpretación, el primer mandatario le concedió una beca especial para realizar estudios en el extranjero. Julián Carrillo dejó el país y se mudó a Europa donde tuvo una vida llena de éxitos profesionales. En 1900 participó en el *Congreso Internacional de Música* en la ciudad de París y expuso una tesis sobre el uso de nombres monosílabos para las notas musicales de la escala musical (35).⁷⁰ Cuando terminó sus estudios en Alemania se dirigió a Bélgica donde ingresó al Real Conservatorio de Gante. Continuó produciendo y en 1904 ganó el *Concurso Internacional de Violín* convocado por el conservatorio. En ese mismo año regresó a México y fue recibido por el Presidente quién reconoció su desempeño, entonces se ocupó en la docencia, la

⁷⁰ A lo largo del tiempo los sonidos se ha agrupado en escalas tonales, para la época de Julián Carrillo se reconocían 12 de ellos (Do, Re, Mi, Fa, Sol, La, Si, entre otras). La búsqueda de nuevas variedades tonales ha estado presente, un ejemplo de ello fue el *Clavicordio bien templado* de Bach. Julián Carrillo desarrolló un sistema musical que con una base física logró mantener los doce tonos utilizados comúnmente adicionando uno más al que se le dio el número 13. El sonido 13 es subdividible alcanzando 128 tonos y 768 sonidos. El sonido trece requiere de una partitura especial que utiliza números. Hay fuertes críticas respecto a la originalidad de la teoría. Puede consultarse: J. R. Martínez; S. Palomares Sánchez. "Sonido 13. Un paso hacia el infinito musical". (<http://www.smf.mx/boletin/Jul-96/articles/son13.html>)

composición, la interpretación y en la dirección de orquesta.⁷¹ Don Julián Carrillo conoció a Doña Maura Flores, su futura esposa, quién era oriunda de la ciudad de México. Doña Maura Flores nació el 21 de noviembre de 1876 en Coyoacán, fue hija de Ángel Flores y de Dolores Alonso. En la prensa se le consideró como a una mujer educada en los valores del amor y la rectitud, además de poseer una moral absoluta. Se le atribuyeron “en alto grado las virtudes de la mujer mexicana”, es decir: la sencillez, la bondad y la abnegación.⁷² Por tanto, puede decirse que se trata de valores reconocibles en la educación tradicional cristiana. Se sabe más sobre el éxito de su familia que sobre ella misma. Una vez casados, Don Julián Carrillo y Doña Maura Flores empezaron a nacer los hijos. En 1906 Don Julián Carrillo se desempeñó como profesor de historia y a partir de 1908 tuvo a su cargo las asignaturas de composición, contrapunto, fuga e instrumentación en el Conservatorio Nacional; con lo cual contribuyó a la formación de intérpretes, compositores e investigadores mexicanos. Formó y dirigió la *Orquesta Sinfónica Beethoven* en 1909 y el *Cuarteto Beethoven* en 1910. En ese mismo año, dedicado a la celebración del Centenario de la Independencia de México, compuso la música del *Canto a la Bandera*.⁷³ El 23 de febrero de 1911, Don Julián Carrillo recibió a su hijo Nabor Carrillo, uno de sus nueve vástagos, aunque no fue impedimento para que asistiera al Congreso de Música de Roma y Londres desarrollando sus tesis musicales referentes a la variedad tonal. El país vivía su proceso revolucionario, si bien con la dictadura de Porfirio Díaz (1830-1915) se logró cierta estabilidad política y progresos sobre todo materiales, el costo

⁷¹ Biografía Julián Carrillo. (<http://paginas.tol.itesm.mx>)

⁷² Yolanda Cabello. “Aquella gran mujer. Doña Maura”, p. 13.

⁷³ Cántico utilizado hasta el día de hoy en las ceremonias de honores a la bandera en las escuelas públicas de instrucción primaria y secundaria Su letra se debe a Rafael López, en su primera estrofa dice: “¡Oh Santa Bandera!/ de heroicos carmines,/ suben a la gloria de tus tafetanes,/ la sangre abnegada de los paladines,/ el verde pomposo de nuestros jardines,/ la nieve sin mancha de nuestros volcanes.

social fue muy alto. Francisco I. Madero (1873-1913) buscaba la renovación política y la democratización del sistema, y por el otro, los zapatistas reivindicaban la restitución de tierras a las comunidades indígenas. En esta lucha que lanzó al exilio a Porfirio Díaz los intereses de las facciones se encontraron ante la demanda de soluciones inmediatas y de raíz. La vida del país siguió con inercias y a paso lento en medio de la inseguridad, la violencia y las ambiciones políticas. Para 1913, Don Julián Carrillo era director del Conservatorio Nacional, en ese año se produjo el golpe de Estado dirigido por Victoriano Huerta en contra del Presidente Francisco I. Madero. Como se sabe, el Presidente fue asesinado y Victoriano Huerta (1854-1916) se hizo del poder intentando restaurar el estado de cosas anterior a la Revolución. El breve gobierno de Victoriano Huerta careció de auténtico apoyo social y no respondió a las más auténticas fuerzas desatadas por el movimiento armado. Al distanciarse de los intereses estadounidenses y al posicionarse otros actores políticos como Francisco Villa (1878-1923) y Venustiano Carranza (1859-1920) no logró mantenerse. Como otras familias mexicanas, los Carrillo-Flores se exiliaron en los Estados Unidos en 1914. Julián Carrillo radicó por unos años en la ciudad de Nueva York. Mientras tanto en México los levantamientos militares se sucedieron uno a otro. Los Estados Unidos actuaron por la vía diplomática, la clandestina y la intervencionista tratando de conservar sus intereses. Las facciones políticas se definieron más en función de sus objetivos y programas, hasta que paulatinamente se llegó al triunfo del Constitucionalismo.

2.1.2 El exilio a los Estados Unidos de Norteamérica

Cuando la familia Carrillo llegó a Nueva York, Nabor contaría con 3 años de edad. Su padre logró abrirse paso en la sociedad estadounidense gracias a su perfil profesional.

Para ese entonces tenía una sólida carrera en la dirección y le fue posible organizar y tener a su cargo la *Orquesta Sinfónica América*. Con ella interpretó obras de su autoría como la *Primera Sinfonía*. Produjo música para la película muda *Intolerancia* (1916) de David Wark Griffith (1875-1948) y escribió su famosa teoría físico-musical del sonido trece. Se ubica el regreso de Julián Carrillo en 1918, un año después del Congreso Constituyente. Estando en México ocupó dos importantes cargos directivos: el de la Orquesta Sinfónica Nacional (1918-1924) y el del Conservatorio Nacional (1920-21).⁷⁴ Hay evidencia de que la familia Carrillo Flores quedó dividida, algunos de sus miembros, entre los que estuvo Nabor Carrillo permanecieron en los Estados Unidos. Nabor Carrillo vivió en los Estados Unidos de 1913 a 1929, es decir, hasta sus 18 años, en este lapso de tiempo realizó estudios en la *George Washington High School*⁷⁵ e incluso ingresó a la Universidad de Nueva York en la carrera de ingeniería civil. Debe recordarse que en 1929 los Estados Unidos experimentaron la peor crisis

⁷⁴ Don Julián Carrillo (1875-1965) hizo que la Orquesta Sinfónica Nacional alcanzara un excelente nivel interpretativo. Difundió a los más importantes exponentes de la música europea (antigua, clásica y romántica) como son Bach, Mozart y Beethoven e incluyó a destacados músicos franceses, rusos, austriacos y alemanes (Saint-Saëns, Debussy, Ravel, Tchaicovski, Rimsky-Korsakov, Richard Strauss, Weber y Wagner). Creó y realizó dos ediciones del *Festival Beethoven* en 1920 y 1921. Compuso e interpretó música basada en su teoría del Sonido 13, realizó giras nacionales e internacionales con el fin de demostrar su teoría. Su teoría tuvo eco en Cuba con el Grupo Sonido 13, en los Estados Unidos con Leopold Stokowsky, en Francia con Jean-Etienne Marie y en Luxemburgo con Robert Gendre. Entre sus obras basadas en la teoría del Sonido 13 puede mencionarse: *Sonata casi fantasía en cuartos, octavos y dieciseisavos de tono* (estrenada en 1926), *Concertino en cuartos, octavos y dieciseisavos de tono*, *Horizontes. Poema sinfónico para violín, violonchelo y arpa en cuarto octavo y dieciseisavos de tono* (estrenada en 1951), *Canon atonal a 64 voces*, *Misa de la Restauración para voces masculinas a capela en cuartos de tono* (1960) *Baluceos para piano en dieciseisavos de tono*. Entre sus publicaciones se encuentran: “Teoría del Sonido 13”, *Leyes de metamorfosis musicales*, *Pre-Sonido 13*, *Rectificación básica al sistema musical clásico*, *Análisis físico musical*, *Teoría de la música*, *La revolución musical del Sonido 13* (1934), *Génesis de la revolución musical del Sonido 13* (1940), *Método racional de solfeo* (1941), *Dos leyes de física musical* (1956). En 1950 fue nominado al Premio Nobel de Física, por su trabajo experimental en la Universidad de Nueva York, sobre la rectificación de la ley del nodo. Fue reconocido por el gobierno mexicano con la Medalla al Mérito Cívico; por el gobierno alemán con la Gran Cruz del Mérito; por el gobierno francés con la Legión de Honor en 1956. En 1958 obtuvo la Medalla de Oro en la “Exposición Mundial de Bruselas” con la exhibición de 15 pianos metamorfoseadores. En 1963 recibió el Gran Premio de la Música de América Latina de París y ganó el Premio Sibelius de Finlandia, pero murió antes de recibirlo. Cfr. “Biografía Julián Carrillo”. (<http://paginas.tol.itesm.mx/campus/L00280370/biograf.html>)

⁷⁵ Cfr. Ciudad de México. *Memorando confidencial*...p. 2; Luis Quintanilla en “Nabor Carrillo Flores”, FNCF, caj. 5, exp. 41, doc. 205. Se menciona que el científico realizó estudios de primaria y secundaria en E.U.A.

económica en su historia con repercusiones mundiales. Este hecho debió agudizar las condiciones de vida de la familia Carrillo Flores motivando su regreso al país. Nabor Carrillo creció en una ciudad que se convertía en un centro mundial de la industria, el comercio y las comunicaciones; además de ser un espacio cosmopolita que atraía a inmigrantes de las más diversas naciones. En este contexto debió aprender dos lenguas: la española e inglesa, y dos culturas, la mexicana y la estadounidense.

2.1.3 El regreso a México y la formación de Nabor Carrillo

¿Qué ocurrió en la conciencia de Nabor Carrillo al enfrentarse a la realidad mexicana? Se puede inferir que en poco tiempo Nabor Carrillo se adaptó a condiciones distintas asumiendo una actitud de compromiso consigo mismo y con el país de llegada. Los datos de los que se dispuso presentan cierto vacío entre los años de 1930 a 1939, por lo que a la trayectoria académica de Nabor Carrillo se refiere es poco probable que se inscribiera inmediatamente en la carrera de Ingeniero Civil y tardara entre 9 y 10 años para titularse. Una explicación tentativa es que Carrillo revalidó estudios de bachillerato y posteriormente ingresó a la Escuela de Ingenieros, que en ese entonces, se localizaba en el Palacio de Minería. Nabor Carrillo tuvo como profesores a grandes matemáticos e ingenieros de su momento. Entre ellos a Don Sotero Prieto (1884-1935) y a sus discípulos Don Alfonso Nápoles Gándara (1897-1992) y Don Mariano Hernández Barrenechea, quienes en opinión Carlos Graef Fernández “lo admiraron y lo alentaron desde que era estudiante”.⁷⁶ En 1932 Nabor Carrillo fue nombrado ayudante en la clase de matemáticas y en 1933 profesor. Aunque obtuvo en 1934 una beca para estudiar con el profesor español Blas Cabrera (1878-1945) este propósito no se llevó a cabo. Para 1936, el pulso del país latía con fuerza, Nabor Carrillo tenía 25 años de

⁷⁶ *Palabras pronunciadas por el Dr. Carlos Graef Fernández en la inauguración de la Escuela Primaria...*, p.3.

edad. La presidencia era ocupada por el General Lázaro Cárdenas. Desde el punto de vista económico se avanzaba en la construcción de un sistema benefactor. Se alentó una economía mixta, que incluía tanto la propiedad comunal de la tierra en los pueblos (ejidos), como el control de sectores estratégicos de la industria nacional (petróleo y electricidad). Desde el punto de vista político los principios emanados de la Constitución obligaban al Estado a garantizar los derechos civiles, políticos y sociales. No obstante, la existencia de un partido único favorecido por el poder (PNR-PRI) instauró un sistema complejo que incluyó el presidencialismo y la cooptación de las organizaciones obrero-campesinas a través de centrales oficiales (CTM). En este contexto Nabor Carrillo fue enviado, gracias a la UNAM, al *Congreso Internacional de Mecánica de Suelos y Cimentación*, celebrado en la Universidad de Harvard (1936). El profesor Arthur Casagrande menciona que en aquella ocasión conoció a Nabor Carrillo Flores. Para 1937 Nabor Carrillo fue designado por la Comisión Nacional de Irrigación para ir a los Estados Unidos, en esta ocasión, el lugar fue el *Bureau of Reclamation* de Denver y el motivo: estudiar teoría y práctica de la fotoelasticidad. A su regreso impartió el *Curso de Elasticidad* en la Escuela de Ingeniería.

2.2.1 La presa de “La Angostura” y su titulación como ingeniero

Un hecho que resulta importante mencionar, por la luz que ofrece sobre la visión de la ingeniería en Nabor Carrillo es su desempeño en el Departamento de Irrigación de la Comisión Nacional de Irrigación, (CNI).⁷⁷ Su actividad consistió en planear desde el punto de vista técnico la presa de *La Angostura* localizada en el extremo Noroeste del Estado de Sonora. El ingeniero Vicente Orozco estuvo como presidente de la obra y

⁷⁷ “Presente y Futuro de la UNAM” en *Tiempo*. México, D.F., p. 35.

presentó planos de la presa hacia 1938.⁷⁸ El Ingeniero Óscar Vega Argüelles,⁷⁹ amigo de Nabor Carrillo y compañero de trabajo en la Comisión Nacional de Irrigación recuerda su desempeño como calculistas en la presa. Para el entrevistado “La Angostura” es catalogada como una presa de arco gravedad.

Los principios de las presas de arco gravedad consisten en que los empujes del agua los recibe una retícula de arcos y paredes verticales involucrados todos en la misma estructura. Se fijan varios puntos de empuje del agua y se busca qué parte hace trabajar al arco y qué parte del mismo hace trabajar la pared vertical. La primera presa importante que se hizo con ese sistema fue la presa Bodler, en Colorado, Estados Unidos, la más grande del mundo en ese momento. Los norteamericanos hicieron sus cálculos y se terminó en 1932. “La Angostura” se empezó a diseñar en 1935, el director fue Eduardo Rojas que era especialista en presas en arco. Eduardo Rojas fue el jefe de Nabor Carrillo y de un equipo importante de ocho o diez ingenieros entre los que me incluía y al que llamamos el “Grupo del Yaki”.⁸⁰

La presa alcanzó los 92 metros de altura y requirió del método de cargas de ensaye.

Los dos jóvenes ingenieros hacían cálculos y dibujos bajo presión de tiempo y en ocasiones ocupaban sus fines de semana para concluir con sus obligaciones.

Para esos años las presas de arcos requerían de una inmensidad de cálculos para los ensayos y usábamos unas máquinas calculadoras eléctricas que llegaban a tener 16 dígitos. Se repartía el trabajo en grupos de dos gentes, a mí me tocó compartir con Nabor Carrillo, él calculaba, yo escribía y luego nos turnábamos. Nabor Carrillo era sumamente trabajador, amante de ocupar su tiempo completo, le encargaban

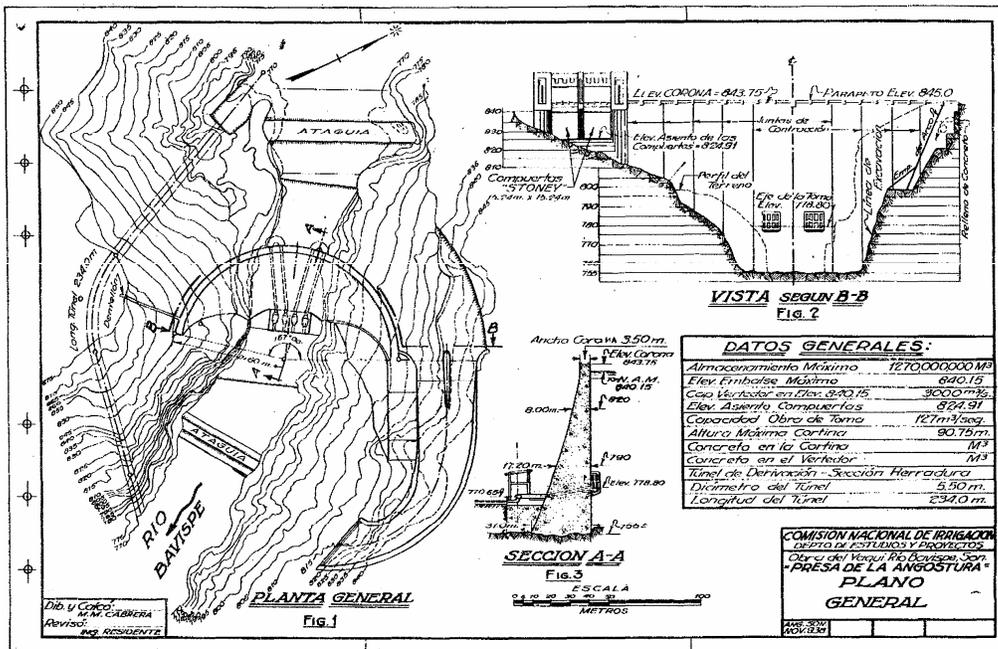
⁷⁸ Vicente Orozco. “La Presa de LA ANGOSTURA. Descripción general de la obra y de la producción y control del concreto para la cortina y las obras auxiliares” en Comisión Nacional de Irrigación. *Revista Irrigación de México*. México, Bimestral. Vol. XIX, núm, 2, marzo-abril de 1939, p. 37.

⁷⁹ El Ing. Óscar Vega Argüelles nació en la ciudad de México en 1917. Estudió en el *Colegio Francés* dirigido por maristas. Ingresó a la *Comisión Nacional de Irrigación* bajo la dirección de Miguel Urquijo y posteriormente se desempeñó en la *Secretaría de Recursos Hidráulicos* en el área de Estudios y Proyectos. En 1956 fundó *Ingenieros Consultores y Projectistas* realizando trabajos en cerca de 80 presas mexicanas, colombianas, dominicanas y brasileñas. Es miembro honorario de la *American Society of Civil Engineers* desde 1986, cofundador de la *Federación de Consultores Latinoamericanos* y de la *Cámara Nacional de Empresas de Consultoría*, además de “Premio Nacional de Ingeniería Civil” ofrecido por el *Colegio de Ingenieros Civiles de México, AC* en 1987. Actualmente se mantiene activo como consultor.

⁸⁰ Entrevista realizada al ingeniero Oscar Vega Argüelles el día 22 de octubre de 2003 en las oficinas de *Ingenieros Consultores y Projectistas*.

trabajos difíciles pero a él se le facilitaban; él se salió para continuar con sus estudios.⁸¹

De acuerdo con otro testimonio, Nabor Carrillo inspiró a altos funcionarios del gobierno a atreverse a construir grandes presas, diseñadas y calculadas por ingenieros mexicanos.⁸²



Plano de la presa "La Angostura"
 Revista Irrigación de México

Por otro lado, destaca la capacidad de trabajo del propio Nabor Carrillo, quién se desempeñó en la CNI al mismo tiempo que cursaba su carrera. El ingeniero supo sacar la mejor partida de su actividad y elaboró un memorando técnico para la CNI sobre su experiencia en el Bureau of Reclamation de Denver. Este sirvió como su tesis de licenciatura que presentó en 1939. Su trabajo se tituló *Principios de Fotoelasticidad* y

⁸¹ *Ib.* p. 3.

⁸² Palabras pronunciadas por el Dr. Carlos Graef en la inauguración de la Escuela Primaria...

se compuso con 3 capítulos.⁸³ En el primero de ellos trató sobre la teoría elástica y aspectos relacionados con el esfuerzo y la deformación en materiales. En el segundo abordó las propiedades de la luz, los polarizadores, los movimientos de partículas y la refracción. En el tercero se centró en los métodos fotoelásticos recurriendo en su explicación a Fresnel, Neumahn, Wertheim, Maxwell, Kerr y Pochels.⁸⁴ Su examen profesional se verificó el 11 de enero de 1939, en la ex capilla de la Escuela Nacional de Ingenieros contando con un jurado integrado de la siguiente manera. En calidad de Presidente estuvo el Ingeniero Ricardo Monges López (1886-1983), en aquel entonces director de la Facultad de Ciencias; como Secretario Rodrigo Castelazo; como Primer Vocal Mariano Hernández; como Segundo Vocal Fernando Amor; y como Tercer Vocal Bruno Mascanzoni. Después de defender su investigación con profundidad y haber demostrado dominio del tema, Nabor Carrillo recibió su título como Ingeniero Civil distinguiéndosele con *Mención Honorífica* por su alto promedio de calificaciones.⁸⁵ Casi dos años después, en 1940, Nabor Carrillo consiguió la beca Guggenheim para realizar estudios de posgrado en Ciencias en la Universidad de Harvard.⁸⁶

2.2.2 La especialización en mecánica de suelos

Según el Dr. Carlos Graef Fernández la fascinación que la mecánica de suelos ejerció sobre Nabor Carrillo se originó por su interés en la ciudad de México, que era considerada como “un Laboratorio de Mecánica de Suelos gigantesco” y “el más

⁸³ Nabor Carrillo definió a la fotoelasticidad como: el estudio de los esfuerzos y deformaciones de los cuerpos de ciertas características físicas ideales sujetos a cargas exteriores. *Cfr.* “Principios de Fotoelasticidad” en *Revista Irrigación de México*. México. Comisión Nacional de Irrigación. Bimestral, vol. XIX, núm. 1, enero-febrero de 1939, p. 33.

⁸⁴ *Ejemplar Impreso...*, p. 1.

⁸⁵ *Certificado del Acta...* El Dr. Nabor Carrillo concluyó sus estudios con un promedio de 9.77.

⁸⁶ El Dr. Juan Manuel Lozano precisa que aunque el posgrado tenía el título de Ciencias en realidad era de Ingeniería.

grande que haya existido jamás”. De acuerdo con otro testimonio de Raúl Marsal,⁸⁷ Nabor Carrillo fue un físico-matemático que había inclinado su vocación hacia la mecánica aplicada bajo Sotero Prieto en la Escuela de Ingeniería. Al poco tiempo de su llegada a Harvard atrajo la atención de tres prominentes estudiosos de la mecánica de suelos: Karl Terzaghi, Harol Westergaard y Arthur Casagrande.⁸⁸ En 1941 se tituló como Maestro en Ciencias bajo la dirección de Karl Terzaghi. Y algunos de sus principales resultados fueron su teoría tridimensional de consolidación y sus estudios de elasto-plasticidad. Tan solo un año después, en un tiempo récord, Nabor Carrillo se doctoró. Su tesis se tituló *Investigation on Stability of Slopes and Foundations (Investigaciones sobre estabilidad de taludes y cimentaciones)* y fue dirigida por Arthur Casagrande. Su tesis, de carácter teórico, se compuso de 4 capítulos, en el primero introdujo al tema y especificó su objeto de estudio. En el segundo trató de los métodos existentes para el análisis de la estabilidad de suelos. En el tercero sobre *Strates of stress Prior to Failure* y en el cuarto sobre *Surfaces of Plástic Failure*.⁸⁹ Arthur Casagrande se refirió a Nabor Carrillo como el alumno más brillante que había tenido en 37 años de clases en Harvard. Le sorprendieron sus contribuciones originales

⁸⁷ Otro hecho que nos parece relevante es la labor desempeñada por el ingeniero argentino Raúl Marsal y su relación con el Dr. Nabor Carrillo y Marcos Mazari. Lo que se sabe al respecto lo debemos al Dr. Marcos Mazari quien recuerda que Raúl Marsal y el Dr. Nabor Carrillo estudiaron en Harvard y fueron alumnos de Terzaghi y Arthur Casagrande en la materia de mecánica de suelos. Al parecer Raúl Marsal tuvo problemas de migración y salió de los Estados Unidos. Por intervención de Arthur Casagrande, el Dr. Nabor Carrillo lo recomendó a la Secretaría de Recursos Hidráulicos, (SRH) y a la compañía Ingenieros Civiles Asociados, (ICA). La empresa ICA fue formada por jóvenes emprendedores que realizaban trabajos de infraestructura para el Estado. Marsal pudo haber llegado a México en 1945 y formó parte de ICA. Aunque el Dr. Nabor Carrillo fue el primero en aplicar la teoría de Terzaghi para la explicación del hundimiento de la ciudad de México lo hizo como teórico y sin suficientes datos experimentales. En cambio, Marsal interesado por este mismo fenómeno, en parte por la sugerencia de Arthur Casagrande de elaborar su tesis doctoral aprovechó todas las construcciones de edificios para realizar sondeos y obtener muestras del tipo de suelos. Encontró que la única manera de determinar el funcionamiento del suelo de la ciudad de México era manejar la estadística. Este trabajo se realizó durante 10 años y la información se introdujo en un capítulo del libro: *El subsuelo de la ciudad de México*. (1959) Cfr. Marcos Mazari. *Testimonios...*

⁸⁸ El Dr. Nabor Carrillo dice que Karl Terzaghi era “llamado el padre de la mecánica de suelos y considerado como el más grande ingeniero del siglo XX”. *Memorando confidencial...*

⁸⁹ *Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias en el campo de Mecánica de suelo*. FNCF. Fondo Académico. Trabajos de Tesis, caj. 1, exp. 3, doc. 5.

y significativas percatándose de su habilidad para reconocer inmediatamente la esencia de los problemas. De acuerdo con él, Nabor Carrillo los analizaba matemáticamente y utilizaba el camino más elegante y simple para resolverlos.⁹⁰ Esta capacidad de síntesis de Nabor Carrillo fue evidente en muchos de sus trabajos de ingeniería. Mientras Nabor Carrillo permaneció en los Estados Unidos, no sólo se dedicó a estudiar ingeniería, sino que tuvo algunos trabajos que le ayudaron a mantenerse. En una ocasión, Nabor Carrillo fue escuchado por Nadia Boulanger, directora de la Orquesta Sinfónica Francesa que en ese momento permanecía como invitada en la dirección de la Orquesta Sinfónica de Boston. La directora le propuso a Nabor Carrillo un puesto en el “Coro de Madrigalistas” que ella dirigía; lo que se sabe es que el Nabor Carrillo llegó a cantar por la radio en Boston. Otra de sus ocupaciones fue la realización de caricaturas para los periódicos, habilidad al parecer iniciada mucho antes con un retrato de su padre para el periódico *El Universal*.⁹¹ A continuación se explora el trabajo desarrollado por Nabor Carrillo exclusivamente en lo que a mecánica de suelos se refiere.⁹² Para ello debe entenderse que perteneció a la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica, (CICIC), a la UNAM y ofreció consultorías en el extranjero.

2.2.3 Aportaciones a la mecánica de suelos

Luego de concluir sus estudios en los Estados Unidos, a finales del año de 1942, el ahora Dr. Nabor Carrillo retomó sus actividades en la UNAM. Dentro y fuera de la institución se dedicó de lleno a la docencia y a la investigación. En 1944 fue

⁹⁰ Arthur Casagrande. “Nabor Carrillo, hombre de ciencia. Su contribución a la mecánica de suelos” en “El hundimiento de la ciudad de México; Proyecto Texcoco”. México, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 1969. p.1.

⁹¹ *Semblanza del Doctor Nabor Carrillo*, FNCF, caj. 4, exp.20, doc. 619, [s.f.], p. 13.

⁹² El interés del Dr. Nabor Carrillo por estudiar los movimientos de subsuelo del Valle de México se ubica en los años de 1943 y 1944. AHUMAN-FNCF, caj.5, exp. 32, doc. 97.

nombrado Jefe del Departamento de Investigación Científica e impartió la materia optativa de “Estructuras Especiales” en la carrera de Ingeniero Civil en la Escuela Nacional de Ingenieros. Como especialista en mecánica de suelos fundó y fungió como jefe de una sección del mismo nombre desde 1943 y hasta 1951 dependiendo de la CICIC. En ese entonces la CICIC estaba bajo la presidencia del Dr. Manuel Sandoval Vallarta. En la sección de mecánica de suelos el Dr. Nabor Carrillo promovió estudios sobre el hundimiento de la ciudad de México. Una vez definida su vocación, Carrillo viajó continuamente a los Estados Unidos y mantuvo la comunicación con sus maestros de la Universidad de Harvard. En 1944 se trasladó a dicha universidad y se desempeñó como conferenciante huésped en mecánica de suelos y elasticidad. Recibió la oferta de convertirse en profesor huésped y tener la oportunidad de apoyar a Karl Terzaghi pero no aceptó.⁹³ Para 1948 el Dr. Nabor Carrillo fue nombrado representante de la UNAM en el Consejo Directivo de los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial, lo cual es significativo por la vinculación de una institución de educación superior con iniciativas tendientes a desarrollar la industria mexicana. El Dr. Nabor Carrillo alcanzó la Presidencia del Consejo Directivo el 14 de junio de 1949.⁹⁴

2.2.4 La explicación del hundimiento de la ciudad de México

De acuerdo con el Dr. Raúl Marsal fue Roberto Gayol, constructor de la primera red de drenaje de la ciudad de México, quien comunicó en 1925 a la Asociación de Ingenieros y Arquitectos el hundimiento del área urbana. Juzgando ciertos datos, se sabía que entre los años de 1900 a 1925, se registraba un asentamiento de 90 cm. de la ciudad de México respecto al fondo del lago de Texcoco. Este fenómeno era explicado por

⁹³ Ciudad de México. *Memorando confidencial...*, p. 2.

⁹⁴ *Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial*. AHUNAM-FNCF, caj. 1, exp. 5, doc. 13. Se tiene considerado elaborar un artículo sobre el particular.

algunos ingenieros por la disminución de las aguas freáticas del subsuelo derivado de la explotación de los pozos artesianos. En el debate estuvo presente como Secretario de Actas de la Asociación el Ing. José A. Cuevas, considerado como otro de los precursores de la ingeniería de suelos en México. Cuando el Dr. Nabor Carrillo regresó de los Estados Unidos y presentó sus trabajos en la Asociación de Ingenieros y Arquitectos el Ing. José A Cuevas le propuso investigar el proceso de hundimiento de la ciudad de México.⁹⁵ El Dr. Nabor Carrillo empezó su investigación apoyado con datos preliminares del Ing. Cuevas enfrentando las limitantes de la estratigrafía de la época.⁹⁶ El Dr. Nabor Carrillo enunció la existencia de un manto de arcilla distribuido superior e inferiormente con estratos de arena y una masa de agua entre ellos. A partir de la condición inicial de equilibrio supuso una pérdida de presión por bombeo de agua. Estas condiciones generaban un flujo de agua, de la arcilla a los estratos permeables, y después de un lapso suficientemente largo, las presiones se distribuían de otro modo y producían el asentamiento. El Dr. Nabor Carrillo utilizó la teoría de consolidación de Terzaghi para su análisis.



Ilustración de la calle 20 de Noviembre, Centro Histórico
CESU-AHUNAM/FNCF, caj. 5, exp. 26, doc 27

⁹⁵ *Semblanza del Doctor Nabor Carrillo...*, p. 10.

⁹⁶ Raúl Marsal dice que los datos utilizados por el Dr. Nabor provenían de la Dirección de Geografía basados en datos del Instituto de Geología de la UNAM, su estudio comprendió los años de 1939-1947.

La conclusión principal del Dr. Nabor Carrillo fue que la pérdida de presión era la causa del asentamiento y reconoció a la consolidación como el tipo de fenómeno. Entonces, el Dr. Nabor Carrillo tuvo que considerar la posible existencia de cuatro mantos de arcilla en el subsuelo separados por acuíferos, a los cuales atribuyó valores de permeabilidad y consolidación. Determinó que la construcción de edificios o el sistema de drenaje tenían una influencia pequeña en el fenómeno del hundimiento comparados con la pérdida de presión en los acuíferos. Se dice que la esencia de sus conclusiones sobre la mecánica del hundimiento de la ciudad sigue intacta a pesar de las incorrecciones de muchos datos y que estas tuvieron una importante repercusión política y legislativa consistente en la veda de nuevos pozos en el área urbana decretada por el Departamento del Distrito Federal.⁹⁷ En 1948, el Dr. Nabor Carrillo, presentó en el *Segundo Congreso Internacional sobre Mecánica de Suelos* efectuada en Róterdam, Holanda la ponencia titulada “Influencia de los pozos artesianos en el hundimiento de la Ciudad de México”. En el Primer Centenario de la Sociedad Americana de Ingenieros, ofreció la ponencia titulada “Mecanismos del Hundimiento y agrietamiento del suelo de México.

2.2.5 La teoría de los “Centros de Tensión”

En el año de 1948, el Dr. Nabor Carrillo fue llamado como consultor de un proyecto de la *Stanford Research Institute* auspiciado por la Secretaría de Marina de los Estados Unidos. Ocurría que la costosa base naval estadounidense de San Diego se veía seriamente afectada por el hundimiento de la Bahía de Long Beach⁹⁸ y se buscaba

⁹⁷ *El hundimiento de la ciudad de México. Proyecto Texcoco...*, p. 14, 15.

⁹⁸ Long Beach fue explorada en el siglo XV por los españoles quienes la nombraron “Bahía de Fumos”. Los jesuitas formaron una misión con indígenas y en 1784 el soldado Manuel Nieto estableció un rancho, con el Tratado Guadalupe-Hidalgo de 1848 este territorio pasó a manos estadounidenses. Entre 1902 y 1910 experimentó un crecimiento acelerado, sus descubrimientos de petróleo ocurrieron en 1921 y 1936. La ciudad contó desde 1941 con una base naval y desde 1949 con la *California State University*

conocer los mecanismos y las soluciones de ello. El subsuelo de esta área estaba constituido por un depósito aluvial predominando los mantos de arena y grava hasta profundidades de 500 m. La Bahía era atravesada por fallas subsidiarias de la de San Andrés, y en zonas aledañas a ella, se explotaba el petróleo. El Dr. Nabor Carrillo estrechó su colaboración con su maestro Karl Terzaghi y partió de la proposición de que “el hundimiento debía correlacionarse con la contracción de una masa de suelo bajo la superficie”. Posteriormente, se dio a la tarea de localizar la cámara de compactación, es decir, la zona que supuestamente se contraía en el subsuelo utilizando la teoría de elasticidad. De esta manera su modelo suponía la existencia de una cámara esférica sometida a tensión y de radio pequeño comparado con la profundidad dentro de un sólido elástico y semi-infinito. Se tenían consideradas varias posibles causas del hundimiento. La primera establecía que era el resultado de movimientos tectónicos; la segunda, lo atribuía a la extracción de petróleo. El Dr. Nabor Carrillo dijo tener un interés estrictamente teórico por explicar el proceso, pero en los resultados del estudio se ponían en juego fuertes intereses de los petroleros. El Dr. Nabor Carrillo estableció las ecuaciones de las componentes vertical y horizontal de los desplazamientos en un plano arbitrario del medio infinito, inducidos por la presencia de una esfera sometida a un estado de tensión en la frontera. Sustrajo los desplazamientos producidos por la masa arriba del plano y obtuvo la solución para el caso del semi-espacio. Sus conclusiones fueron que se debía admitir la existencia de tres cámaras o centros de tensión bajo la superficie. Esta determinación la tomó al cotejar los centros de tensión obtenidos teóricamente con los datos de campo. No fue importante la determinación de las propiedades de

Long Beach. A finales de los años cincuenta y principios de los sesenta tuvo una fuerte inversión inmobiliaria que se reflejó en sus rascacielos, hoteles, centros cívicos, parques y acuarios. Actualmente es una de las ciudades más importantes del Estado de California. Cfr. “Long Beach, City That Almost Sank, Recovers Whit Skyscrapers” en *The Angeles Times*, 28 de octubre de 1962, [s.n.p.]; “History of Long Beach”. (<http://cms.longbeach.gov/aboutlb/timeline.htm>)

elasticidad del suelo, ni tampoco el tamaño de la esfera o la depresión en ella. El Dr. Nabor Carrillo determinó que un 14% de los asentamientos se debía a cargas superficiales y a la pérdida de material de las cámaras, pero no fueron tomados en cuenta para su teoría. Al finalizar se suponía que los centros de tensión se localizaban a una profundidad de 1, 200 metros de profundidad y distantes entre sí 770 metros. Con ello se estableció a la explotación de petróleo como la causa del hundimiento.⁹⁹ El Dr. Nabor Carrillo creó la llamada “teoría de los centros de tensión” bautizada con su nombre. Esta teoría fue considerada por él mismo como una de sus contribuciones más importantes.¹⁰⁰

2.2.6 El metro de la ciudad de México

El Dr. Nabor Carrillo tuvo la oportunidad de exponer sus ideas sobre mecánica de suelos al ser abordado sobre la construcción de la red de metro de la ciudad de México si. En una entrevista realizada en México, el 19 de junio de 1949, el Dr. despejó este problema. El hundimiento de la ciudad afectaba principalmente la zona en que se localiza el centro comercial. Se creía que era el efecto del peso de los edificios de más de 12 piso construidos en la zona. El Dr. Nabor Carrillo entendía que la ciudad había sido construida sobre un bastísimo lago que a lo largo del tiempo recibió cenizas y lavas produciendo que el subsuelo tuviera una consistencia *sui generis*. Los españoles habían elegido a la ciudad como capital por razones políticas pero a lo largo de siglos tuvieron que enfrentar malas condiciones de habitabilidad. El periodista Miguel Mendoza menciona otros problemas como la sobrepoblación y la falta de planeación urbanística que repercutía en el acceso al agua. El Dr. Nabor Carrillo nunca dijo que México no podía tener metro, por el contrario, como puede

⁹⁹ Cfr. “Subsidence in the Long Beach-San Pedro, Cal. Area...”, p. 17.

¹⁰⁰ *Memorando Confidencial...*, p. 2.

leerse en el siguiente texto, estimó “que sería muy difícil la construcción de un subterráneo pero, desde ningún punto de vista, imposible”. El Dr. Nabor Carrillo reconoció ciertas dificultades técnicas que redundarían en la elevación exagerada del costo y consideró como requisitos para la construcción de un metro (subterráneo y ferrocarril en su tiempo):

1. Detener el hundimiento por medio de obras de captación e inyección de agua al subsuelo.
2. Nivelar este hundimiento por zonas.
3. Hacer una estructura flexible, dígase de concreto y hacer el metro casi superficial (a unos cinco u ocho metros de profundidad); construir los túneles por tramos con el criterio básico de provocar el mínimo de perturbaciones mecánicas en el subsuelo y finalmente,
4. Tener en cuenta los efectos de las vibraciones al paso de los trenes, precisamente en subsuelo tan especial como el de México.

Miguel Mendoza concluyó que sólo contando con estas condiciones México podría tener metro; pero dada la negligencia de las autoridades municipales “más valdría trasladar la capital del país a cualquier otra ciudad de la República”¹⁰¹ Al final de cuentas, se puede decir que la construcción del metro se constituyó como una alternativa para dotar de mayor firmeza al suelo la ciudad de México.

¹⁰¹ Miguel A. Mendoza. “Por que México no puede TENER “METRO”, [s.n.p.] Como puede observarse, el artículo tiene un título amarillista que no concuerda con lo opinado por el Dr. Nabor Carrillo. Por otra parte, menciona al ingeniero como el único experto en mecánica de suelos en México, lo cual no es del todo cierto por la llegada al país del ingeniero Raúl J. Marsal.



Juárez. Otra vista de la ciudad de México
CESU-AHUNAM/FNCF, caj. 5, exp. 26, doc 27

Entre sus trabajos como consultor en México, el Dr. Nabor Carrillo estudió el hundimiento de edificios tanto religiosos, como políticos, culturales y sociales en la capital del país. Entre ellos: la Basílica de Guadalupe (1951), la Plaza de la Constitución (junio de 1953-mayo de 1955). En 1954 analizó los asentamientos en el edificio del Hospital de Infecciosos (Unidad de Emergencias del IMSS). Además del edificio de la Lotería Nacional, el Palacio de los Deportes, el Hotel del Prado, el Hospital Infantil, el Palacio de Bellas Artes. En la Cervecería Modelo buscó el origen del hundimiento de sus bodegas.¹⁰² Posicionado en el tema de la mecánica de suelos fue contratado en otras partes del mundo. Fue requerido en Egipto para solucionar el desplome de templos y palacios “de gran valor artístico y arqueológico”, producto del hundimiento de terrenos cercanos que eran irrigados en el desierto. En Suecia calculó, explicó y trató de equilibrar el hundimiento del suelo por la extracción de

¹⁰² *Semblanza del Doctor Nabor Carrillo...*, p. 11.

aguas subterráneas.¹⁰³ La pasión del Dr. Nabor Carrillo por la mecánica de suelos alcanzó sus últimos días de vida logrando que México fuera sede del VII Congreso Internacional de Mecánica de Suelo e Ingeniería de Cimentación.¹⁰⁴

2.2.7 Teoría de órbitas, satélites y otros intereses científicos

El Dr. Nabor Carrillo se interesó en las matemáticas, la física, la ingeniería y los rayos cósmicos.¹⁰⁵ Manejó con exactitud la teoría Sandoval-Lemaître para el cálculo de rayos cósmicos. Uno de sus logros académicos consistió en haber llegado muchos años antes y de manera independiente a la hipótesis de un anillo de concentración de masa alrededor de la Tierra.¹⁰⁶ Las opiniones sobre las reacciones de Don Sotero Prieto no son claras, hay quienes dicen que se sorprendió por la explicación del joven científico, mientras que otros sostienen que la proposición causó malestar e incredulidad sobre su sustento teórico, e incluso diferencias entre el matemático y el joven Nabor Carrillo. El Dr. Carlos Graef Fernández dice que en 1957 durante el *Congreso Internacional de órbitas de Satélites Artificiales* celebrado en la ciudad de Nueva York se presentaron resultados similares a los obtenidos por el Dr. Nabor Carrillo.¹⁰⁷

¹⁰³ *Semblanza del Doctor Nabor Carrillo...*, p. 11.

¹⁰⁴ Arthur Casagrande. "Nabor Carrillo y la Mecánica de Suelos" en *El hundimiento de la ciudad de México. Proyecto Texcoco*. México, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 1969, p. 1.

¹⁰⁵ *Cfr. Apuntes de Rayos Cósmicos...*

¹⁰⁶ Guillermo Hewett Alba. "Entregó el Premio de Ciencias..."

¹⁰⁷ *Semblanza del Dr. Nabor Carrillo...*, p. 8.



Dibujo de Alberto Beltrán.

**Ilustración aparecida en México en la Cultura,
(12 de enero de 1958)**

CESU-AHUNAM/FNCF, caj. 5, exp. 28, doc. 42, p. 8

El tema de los satélites artificiales atrajo la atención de los científicos,¹⁰⁸ y para el año de 1962, en México se había decretado la creación de la *Comisión Nacional del Espacio Exterior*.¹⁰⁹ Se sabe por un artículo escrito en 1965 que existía la expectativa de uso de la energía nuclear en la propulsión de cohetes interestaciales¹¹⁰ siendo

¹⁰⁸ Cfr. “Breves. Satélites Artificiales” en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F., vol. IV, núm. 11, núm. 135, 18 de marzo de 1957.

¹⁰⁹ [Decreto que crea la Comisión Nacional del Espacio Exterior]. AHUNAM. Rectoría 1/314 1963/1. El ingeniero Ricardo Monges López y el Dr. Nabor Carrillo solicitaron y lograron la fundación del Instituto de Geofísica de la UNAM en febrero de 1945. Como su primer director, Ricardo Monges López promovió los estudios sobre Litósfera, Hidrósfera, Atmósfera y Espacio Exterior. Cfr. “Ricardo Monges López” en *Geofísica*. UNAM. México, Instituto de Geofísica, año 5, núm. 42, octubre de 1998, p. 2 y 3. (<http://www.igeofcu.unam.mx/divulgacion/geonoticias/geonoticias42.pdf#search='monges%20lopezes%20exterior%20mexico>)

¹¹⁰ Carlos Becker. “La energía nuclear y los mexicanos”. AHUNAM/FNCF en *Impacto*, doc. 174 junio de 1965, p. 56. En este mismo sentido el Dr. Glenn T. Seaborg, Chairman de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos y premio Nobel pronosticaba el uso de la energía nuclear en las expediciones a Venus y Marte, así como en la puesta en órbita de satélites artificiales. Para el año de 1962 se contaban con los datos experimentales del satélite *Telstar* y se esperaba utilizar dicha tecnología para enviar transmisiones de televisión. Cfr. “Seaborg Depicts Atom Era in 80’s”. El Dr. Juan Manuel Lozano puntualiza que no hay aplicaciones de la energía nuclear en la astronáutica.

probable que el Dr. Nabor Carrillo las haya conocido. No obstante, el ingeniero se mostró más interesado en la resolución de los problemas mundiales que en la exploración espacial. Durante la Tercera Conferencia General de la AIU, el Dr. Nabor Carrillo dijo que “el hombre se lanza al espacio y quiere conquistar la Luna. Y no ha conquistado la tierra”.¹¹¹

2.3.1 Coordinador de la Investigación Científica, 1945-1952

Cuando el Dr. Nabor Carrillo fue Jefe de la Coordinación de la Investigación Científica, (CIC) de la UNAM ocurrieron varios cambios en las instituciones impulsoras de la ciencia.¹¹² Tan solo en el año de 1950 fueron fundados el Departamento de Promoción y Coordinación Científica en América Latina,¹¹³ la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, la Escuela de Física y Matemáticas en la Universidad Autónoma de Puebla y la Sociedad Mexicana de Física. Dadas las condiciones históricas del país y la falta de una sólida tradición científica se padeció de insolvencia económica e insuficiencia de recursos humanos.¹¹⁴

Sin que queden suficientemente claras las razones, el Dr. Nabor Carrillo presentó prematuramente su renuncia como coordinador en 1946; el rector Zubirán la rechazó el 25 de marzo de 1946 dado que su desempeño profesional era considerado como trascendente.¹¹⁵ Pero, ¿Cuáles fueron algunos indicadores de la gestión del Dr. Nabor Carrillo en la Coordinación de la Investigación Científica? Se reconoce como mérito del Dr. Nabor Carrillo dar los primeros pasos y encausar las labores de la Coordinación de Investigación Científica. Se le considera como un decidido impulsor

¹¹¹ *Discurso pronunciado durante la Tercera Conferencia General de la AIU...*, p. 5.

¹¹² Este órgano fue creado en 1944 para coordinar y potenciar la investigación científica realizada en la UNAM. Se dice que tuvo muchas dificultades realizando sus primeras reuniones hasta el año de 1946.

¹¹³ José Raúl Domínguez. *Los programas...*, p. 63

¹¹⁴ El Dr. Juan Manuel Lozano recuerda que hacia 1950 sólo 4 personas habían obtenido el título de físicos.

¹¹⁵ *Oficio del Dr. Salvador Zubirán...*, p. 1-2.

de la investigación universitaria; fue un conecedor del estado de la investigación y habría unido esfuerzos con “el propósito de aprovechar mejor los recursos existentes”; así como un importante promotor del intercambio de ideas a través de reuniones con los directores de Institutos.¹¹⁶ A continuación se vera con detalle cómo fue que el Dr. Nabor Carrillo, siendo Coordinador tuvo su definitorio acercamiento a la física nuclear.

2.3.2 Delegado mexicano a las pruebas del Atolón Bikini

Visto en perspectiva, la incursión del Dr. Nabor Carrillo en el tema de la energía nuclear respondió a la reunión de condiciones externas e internas. En el ámbito externo, el gobierno de los Estados Unidos estaba interesado en mantener una posición privilegiada en el contexto internacional. Se aprovechó que parte de su flota de guerra estaba en el Pacífico para estudiar y evaluar con mayor profundidad los efectos de las bombas nucleares. Dado que el interés fue militar, las pruebas se realizaron sobre materiales de guerra y seres vivos (animales y plantas). Con ello se evaluarían las relaciones entre el uso de la bomba y la nueva estrategia naval, además de determinar los efectos derivados de exposición a la radiación. El gobierno estadounidense realizaría dos pruebas nucleares en el Atolón Bikini, extendiendo la invitación a países como Inglaterra, Canadá, Australia, Francia, Rusia, Holanda, Egipto, China, Brasil y México.¹¹⁷ En el ámbito interno fueron dos secretarías de gobierno las que respondieron a la invitación estadounidense. Se trató de la

¹¹⁶ *Palabras del Dr. Agustín Ayala-Castañares, con motivo de la ceremonia en que se impondrá el nombre Nabor Carrillo, al auditorio de la Coordinación de la Investigación Científica.* AHUMAN/FNCF. Serie Homenajes Póstumos, caj. 4, doc. 607, exp. 20, 18 de febrero de 1980, p. 2, 3 y 5.

¹¹⁷ Una de las fuentes recuperadas más valiosas al respecto fue: “Las pruebas de Bikini” un anexo escrito por el Dr. Nabor Carrillo para el libro *El Mundo Atómico* que supuestamente se publicaría por la Editorial Albatros. Carrillo aprovechó “algunos párrafos del escueto informe” que rindió al Gobierno de México en ese momento bajo el mando de Miguel Alemán. Cfr. Nabor Carrillo. “Las Pruebas de Bikini”, AHUNAM/FNCF. Desarrollo Profesional. Proyecto Texcoco, caj. 3, exp. 16, p. 105.

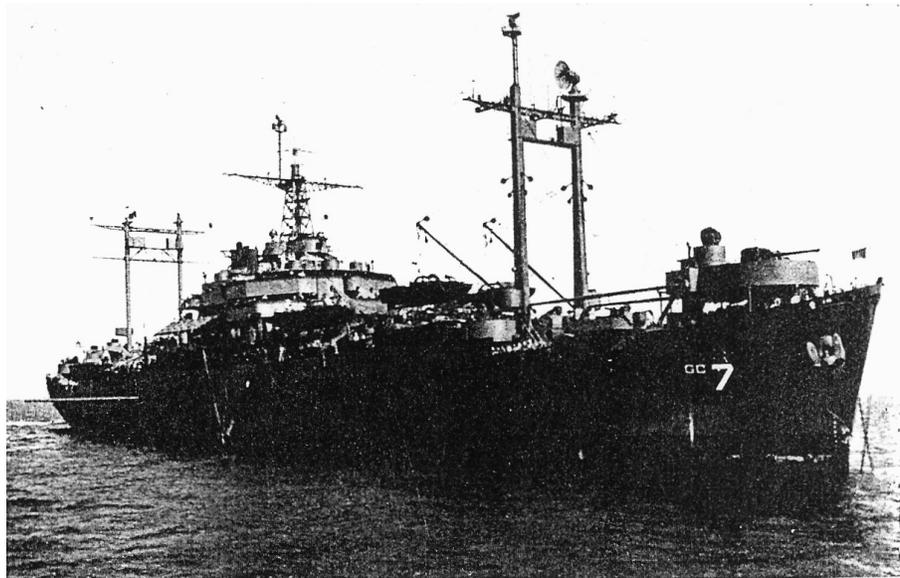
Secretaría de Relaciones Exteriores (24 de mayo de 1946), a través del señor Dr. Francisco Castillo Nájera (1886-1954) y de la Secretaría de Educación Pública. El Dr. Nabor Carrillo participó como observador en compañía del teniente coronel Juan Loyo González, del Estado Mayor de la Secretaría de la Defensa Nacional, y probablemente, de los Drs. Carlos Graef Fernández y Manuel Sandoval Vallarta.¹¹⁸ A continuación se presenta una breve reconstrucción histórica de lo que los representantes mexicanos, particularmente el Dr. Nabor Carrillo Flores debió observar.

En enero de 1946, el Comité de Jefes de Estado Mayor de Washington eligió a la flota denominada *Joint Task Force I* como blanco del experimento. La flota estaba constituida por 235 unidades diversas, de los cuales 93 eran buques.¹¹⁹ Se escogió a las Islas Marshall como el lugar para las operaciones, específicamente la laguna de Bikini. De acuerdo con el Dr. Nabor Carrillo esto ocurrió por “las ventajas evidentes que tal sitio ofrecía” entre ellas menciona: la escasa profundidad de la laguna que facilitaba el anclaje de los buques; las condiciones atmosféricas que hacían probable la visibilidad; la topografía constituida por pequeñas islas de coral distribuidas en forma elíptica que encerraban a la laguna y permitían contar con bases de observación; así como la cercanía de la base naval y aérea de Kwajalein localizada a 400 kilómetros al sur de Bikini.¹²⁰

¹¹⁸ Cfr. “Las Pruebas...”, AHUNAM/FNCF..., p. 106; “Habrán especialistas mexicanos para usos pacíficos de la energía nuclear...” en *El Norte*, AHUNAM/FNCF, p. 9. (Aprox. febrero de 1952); “Es Urgente Usar los Átomos...”, AHUNAM/FNCF, p. 14.

¹¹⁹ José Rubí. *Nociones de Física...*, p. 263.

¹²⁰ Nabor Carrillo Flores. “Las Pruebas...”, p. 106.

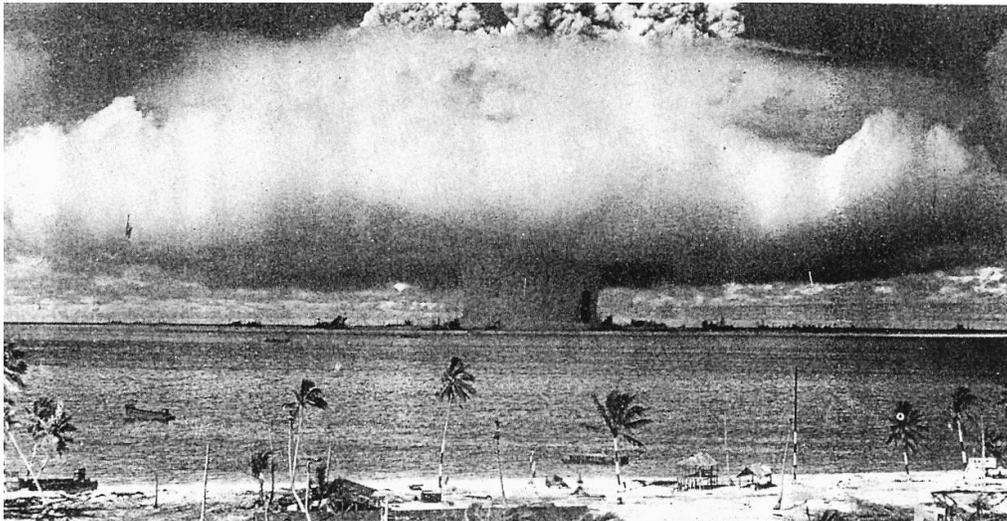


*Buque similar al que viajaron los observadores de la ONU
CESU-AHUNAM/FNCF*

El material de guerra se concentró en el Puerto Perlas, para el estudio fue necesaria la construcción de torres metálicas de 25 metros de altura con instrumentos y aparatos de medición y fotografía. Personal del ejército estadounidense se encargó de la evacuación de la zona y del levantamiento de una carta. Tomaron muestras de las especies animales y vegetales para tener puntos de comparación con los resultados posteriores a las pruebas. El contralmirante W.S. Parson y T.A. Solberg se encargaron de la evaluación del estado de los buques de guerra. Los puntos de medición de la prueba serían el rendimiento energético; rebufo (realimentación de corrientes de aire que se concentran entre un elemento fijo y otro en acción), presiones, onda de choque y temperaturas, movimiento del mar y oceanografía, propagación de ondas electromagnéticas, investigaciones electrónicas, radioactividad, óptica, radiaciones diversas, medidas efectuadas a distancia y fotografía científica. Las tareas de investigación de los efectos de la radiación en seres vivos correspondieron al capitán

R. Draeger y asistentes. La fauna elegida estuvo constituida del siguiente modo: 3,500 ratas, 200 cerdos, 200 cabras de Angora. Las ratas se distribuyeron en cajones por todas partes, los cerdos en las torres y las cabras en los compartimentos de los buques o en cubierta encerradas en parques. A algunos animales se les colocó pomada contra quemaduras así como uniformes militares. En calidad de observadores asistió una comisión civil compuesta por senadores y los doctores Oppenheimer y Compton; una comisión militar, así como observadores invitados por la Comisión de Energía Atómica, además de 250 periodistas de casi todas las partes del mundo. La primera prueba nuclear del Atolón Bikini se realizó el 1 de julio de 1946 y en ella se midieron los efectos de una detonación aérea entre los 300 y los 400 metros del objetivo. El blanco lo constituyeron: 5 acorazados, dos portaviones, 4 cruceros, 13 torpedos, 8 submarinos, 20 transportes y las pequeñas unidades con las cuales se transportaban las municiones, animales e instrumentos. Se simuló una situación real en un contexto de guerra contando con una formación distinta a la escuadra en alta mar. Se dispusieron a partir de un centro constituido por el acorazado Nevada en forma radial para conocer los efectos progresivos de la explosión sobre barcos de todos los tipos. Se abastecieron con alimentos, medicinas, combustible, armamento, fusiles, instrumentos de radar, elementos de guerra química. Algunas máquinas se encendieron y se les hizo trabajar en condiciones normales de temperatura y de presión. La prueba destruyó barcos, torpederos, cruceros ligeros, submarinos, así como pequeños aviones pero en algunos barcos los daños podían ser reparados. El efecto destructor de la bomba recayó en la onda de choque dirigida hacia el exterior. Los equipos electrónicos no se vieron afectados en sus emisiones ni recepción de telegrafía, radar o televisión. Sobre los efectos de la radioactividad en los animales se

mantuvo “en un secreto casi total”.¹²¹ La segunda prueba se realizó el día 25 de julio de 1946 y consistió en una detonación submarina. El número de objetivos fue prácticamente el mismo a excepción de 5 barcos hundidos mientras que la formación respondió a una elipse. La detonación produjo iluminación y una enorme masa de agua que alcanzó la altura de 1,700 metros, coronada por vapor y rocío a los 3 000 metros. Después de la caída torrencial del agua, el vapor se condensó y produjo una precipitación que duró aproximadamente 5 minutos. Los materiales de guerra fueron afectados por la onda de presión submarina, la agitación del mar que produjo olas de hasta 25 metros, rebufo aéreo y radioactivo. En esta prueba se hundieron, entre otros, un acorazado y tres submarinos y pudo demostrarse que los efectos destructivos provinieron del rebufo de la explosión.

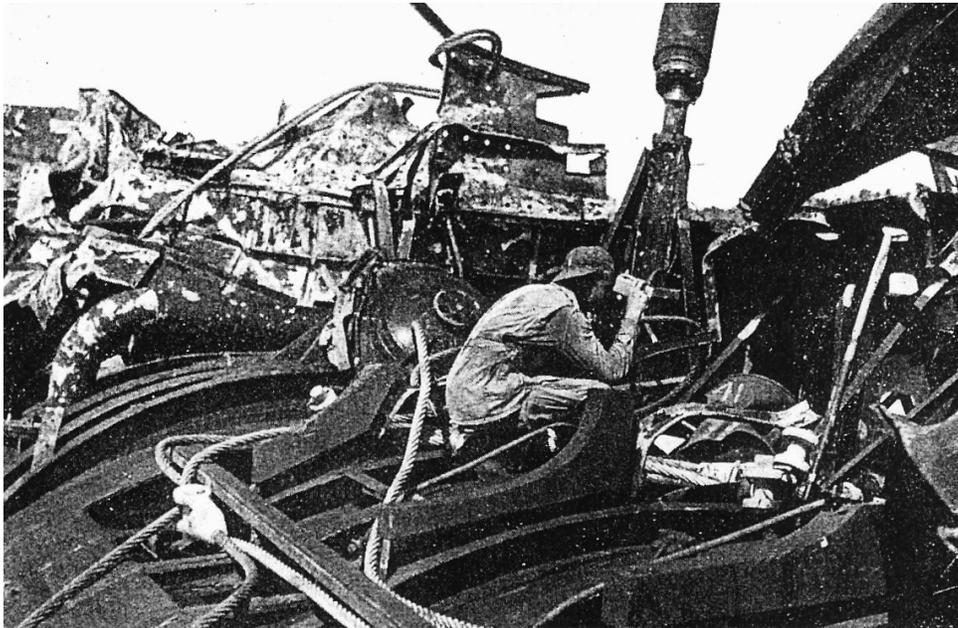


Detonación submarina vista desde la Isla de Bikini
CESU-AHUNAM/FNCF

Sobre los seres vivos el riesgo fue la mezcla de material radioactivo con el vapor de agua que se convertía en una capa tóxica letal para aquellos que la respiraran, o al caer penetraba en los cuerpos y era susceptible de ingestión. Se sabe por el capitán

¹²¹ José Rubí. *Nociones de Física...*, p. 270.

del navío Ballande que para destrozarse una flota se requería aumentar el número de bombas en proporción al número de unidades de guerra. Quedó claro que aunque las armas nucleares producían daños en los materiales, estos no serían de gravedad en la mayoría de los casos. El riesgo nuclear era la contaminación radioactiva en masa y el efecto moral de su uso. En adelante ocuparía un lugar relevante las medidas de protección radiológica, los riesgos del aumento de la potencia destructiva de los arsenales nucleares y la forma de garantizar la seguridad colectiva a través de la prohibición del uso de la bomba nuclear.¹²²



Observación de los efectos destructivos
CESU-AHUNAM/FNCF

Basado en la evidencia, el Dr. Nabor Carrillo supo que las bombas nucleares son más eficaces como armas de ataque contra ciudades que contra blancos móviles y creyó que la bomba nuclear con todo su poder destructivo sería un incentivo poderoso en el

¹²² *Ib.* p. 277-278.

camino de la paz, a través de una mejor organización mundial. Dice el Dr. Nabor Carrillo:

Considero que la importancia de las pruebas de Bikini, trascendental sin duda en los aspectos militar, técnico y científico, fundamentalmente será no la de obtener informes e ideas de protección directa para el caso de una nueva guerra: sino la de dar un paso definitivo hacia la paz, promoviendo el deseo sensato de una mejor organización mundial. Ciertamente, la historia demuestra que la coordinación de los países nunca ha sido resuelta. La Liga de las Naciones se ha citado hoy como un precedente funesto a esta tendencia. Pero también es innegable que nunca ha habido en el mundo un incentivo tan poderoso para realizar esta solución, ahora indispensable. Todos convenimos en que la bomba atómica, con su cortejo de nuevas armas de destrucción, nos darán paz definitiva en el mundo. Paz de muerte, si se fracasa. Paz de vida si se triunfa. Y la Delegación de México hace patente su fervorosa fe en el triunfo definitivo.¹²³

Las pruebas de Bikini marcarían un cambio en la conciencia y en el “apostolado” que el Dr. Nabor Carrillo asumió en relación a la energía nuclear.

2.2.3 Reforma académica y fomento de la industria mexicana

Sería simplista afirmar que fueron las pruebas nucleares en Bikini el principal eje explicativo del interés mexicano por la física atómica y la física nuclear teórica y experimental. Con anterioridad el maestro Sotero Prieto, el maestro Blas Cabrera, el Dr. Manuel Sandoval Vallarta y el Dr. Alfredo Baños habían tocado estos temas e impartido conferencias y cursos. En términos de la preparación de los futuros especialistas quizá jugó un papel importante la traducción del texto titulado: “Temas selectos de física atómica”. En su edición de 1941 bajo el sello de la UNAM y la Facultad de Ciencias el libro decía presentar el contenido de 12 conferencias que se habían ofrecido en la primera sesión anual de los Cursos de Invierno. En la obra se resaltaban “los recientes desarrollos y descubrimientos del átomo y del núcleo

¹²³ Nabor Carrillo. “Las Pruebas...”, p. 109.

atómico”. El contenido fue considerablemente amplio ofreciendo una visión panorámica e introductoria. El capítulo uno se dedicó a las partículas elementales del átomo, el capítulo dos a la radiación electromagnética, el tres a las ondas y corpúsculos, el cuatro al átomo de hidrógeno, el cinco al espectro atómico y la difracción electromagnética y, finalmente, el seis a la estructura del núcleo atómico. En el último capítulo llama la atención un apartado sobre la desintegración del nitrógeno por el bombardeo de partículas alfa.¹²⁴ También se reconoce hacia 1948 la definición de los planes de estudio de la carrera de maestro en ciencias físicas que se dividió en dos especialidades, una correspondiente a físico teórico y otra a físico experimental. El Dr. Juan Manuel Lozano señala la posibilidad de que la reforma se remonte a 1945.

Por otro lado, se sabe de buena fuente del interés del Dr. Nabor Carrillo por estimular la industria mexicana. De acuerdo con el testimonio del Ingeniero Rojas, director de los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial el Dr. Nabor Carrillo promovió y logró la creación de los Laboratorios que empezaron a funcionar por Ley en 1948, además de gestionar terrenos en Tecamachalco para su construcción. Una vez establecidos impulsó en ellos los estudios de las zonas áridas y fue considerado como “la fuerza motriz” de los mismos.¹²⁵ Sobre el tema de las zonas áridas se sabe de un *Simposio* realizado hacia el 13 de mayo de 1955 y de la existencia de varios artículos escritos por Enrique Beltrán.¹²⁶ Por otro lado, el Dr. Nabor Carrillo favoreció el intercambio de hombres de ciencia y aprovechó becas para estudiantes mexicanos

¹²⁴ Baños, Alfredo. *Temas Selectos de Física Atómica. Cursos de Invierno de la Facultad de Ciencias.* (Primer Ciclo Anual). México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1941. AHUNAM. Fondo Universidad, Sección Rectoría, Serie 1/100, Asuntos Generales, Subserie 1/100/93, Instituto de Física, caj. 76, exp. 864, doc. 10, p. 2-4.

¹²⁵ *Semblanza del Doctor Nabor Carrillo...*, p. 11. Ciudad de México. *Nombramiento dado al Dr. Nabor Carrillo como presidente del Consejo Directivo de los Laboratorio Nacionales de Fomento Industrial*, 14 de junio de 1949. AHUNAM/FNCF. Formación Académica. Nombramientos y títulos, caj. 1, exp. 5, doc. 13.

¹²⁶ AHUMAN. Fondo Universidad. Sección Rectoría. doc. 13141955; 131455.

en los Estados Unidos, Inglaterra y Francia.¹²⁷ En relación a la energía eléctrica se localizaron dos documentos que dan cierta luz sobre la labor del Dr. Carrillo en dicho sentido.

El 25 de noviembre de 1959 Pedro Silva Ríos y el general de división Federico Silva escribían el segundo memorando que se conoce dirigido a la presidencia de la República y a la Comisión Federal de Electricidad, y por lo que se observa, con ejemplar para la Universidad. En el se rogaba encarecidamente que: “para constancias, sean guardadas las copias o tantos de estos documentos en los Archivos de la Presidencia y de la rectoría de la UNAM”. Los memorandos han llegado a 53 años de su redacción y de no haberse reportado con anterioridad puede constituir una pequeña aportación a la historia de las tecnologías alternativas en México.¹²⁸ A juzgar por los apellidos de los autores podría tratarse de dos hermanos, el primero vecindado en la Calle Norte 81 en la Colonia Clavería y el segundo en la calle de Strasburgo, ambos en la ciudad de México. El primer memorando fue firmado únicamente por Pedro Silva quién dijo ser autor de un estudio de mecánica marina que consistía en un artefacto al que llamó “Planta Flotante Electro Marina Silva”. La planta tenía el objetivo de aprovechar los movimientos de mar transformándolos en fuerza neumática para luego convertirlos en electricidad. El “nuevo sistema de

¹²⁷ Cfr. *Becas de la embajada Norteamericana*. AHUNAM. FNCF. Coordinación de Investigación Científica, caj.1, exp.9, doc. 122, 22 de abril de 1952; *Becas de la embajada de Francia*. AHUNAM/FNCF. Coordinación de la Investigación Científica, caj. 1. exp. 9, doc. 123.

¹²⁸ El concepto se ha tomado del artículo “Pioneros españoles de las energías renovables” escrito por Eduardo Lorenzo del Instituto de Energía Solar de la Universidad Politécnica de Madrid. En este artículo el autor “pretende recuperar la memoria histórica de algunos científicos e ingenieros españoles que, a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX y primera del XX, empeñaron sus esfuerzos en la propuesta y desarrollo de ideas tendientes a la explotación de lo que hoy llamamos energías renovables”. El estudio abarca tres casos particulares, el primero trata sobre M. Rico y Sinobas quienes realizó mediciones de la radiación solar; mientras que el segundo recupera la figura del coronel de artillería Isidoro Cabanyes quién construyó una chimenea que al mismo tiempo de calentar el aire generaba energía eléctrica por medio de una máquina eólica. Sin embargo, quién más interesa para este estudio es José Barrufet y Veciana quién en 1885 patentó el “Marmotor” aparato con el cual pensaba obtener energía eléctrica de las olas de mar. Barrufet intentó la construcción de un prototipo en Barcelona sobre la playa denominada “La Mar Vieja”. Se recomienda la lectura del texto de divulgación en: (<http://www.fotovoltaiica.com/pioneros.pdf>)

generación eléctrica” resolvería los problemas por el dominio de presas y acuíferos por parte del sector agrario y la industria eléctrica. Además de los “incalculables problemas mexicanos” tanto económicos (electricidad sin costos de generación) como “de adelantos y progresos, ofreciendo múltiples perspectivas a nuestro país como al resto de la humanidad”. El artefacto, decía el autor “por ahora genuinamente mexicano” era algo nuevo y diferente a otros sistemas ideados en otros países del mundo para el aprovechamiento de la energía marina. Para el aprovechamiento de las energías del océano era necesario ir a lugares estratégicos donde los movimientos de altamar fueran inusitados. Pedro Silva no indica tamaño o peso probable de la planta pero para operar con la mayor eficacia estas debían ser “gigantescas”. Una vez fondeadas cerca de los actuales o futuros centros industriales a quienes esto hiciera surgir.¹²⁹ Pedro Silva mostraría los planos y haría “las explicaciones técnicas del funcionamiento estructural y máquinas que aprovechan tales energías de mar”. Por el segundo memorando se sabe que Pedro y Federico Silva se entrevistaron por indicaciones del Dr. Nabor Carrillo con el Dr. Alberto Barajas, quién había considerado el particular, de acuerdo con los informantes, como “muy viable e interesante”. De este encuentro, que debió darse en un lapso de poco más de quince días, se habría enviado un memorando a la Presidencia de la República y la CFE con el expreso

¹²⁹ Actualmente se conoce a este tipo de plantas como “maremotrices” y en ellas pueden aprovecharse la marea, las olas y el calor de las corrientes marinas. Cada una de las formas de conversión energética se basa en determinados principios físicos y requiere de distintos aparatos. En Portugal se acaba de construir una central que usa el oleaje para el suministro de energía. La electricidad se distribuirá a través de un cable submarino conectado a la red nacional. La zona beneficiada será el costa norte del país y se estima que el número de familias beneficiadas sea de 1, 500 con los primeros 2, 25 megavatios de energía eléctrica producidos. En el proyecto se estima una inversión de 90 a 98 millones de dólares para alcanzar la instalación de 28 estructuras en el plazo de un año incrementando las familias beneficiadas a 15,000. Cabe destacar que para el caso portugués el 15% de la inversión provendría de fondos públicos y lo restante de la iniciativa privada. También debe decirse que una de las objeciones a ciertos sistemas maremotrices es el daño a los ecosistemas marinos y afectación de la pesca. Otra forma de obtener energía eléctrica es por medio de los vientos en los mares y se le conoce como “eólica marina”. Puede consultarse: Mario de Queiroz. “La electricidad llega del mar” en *El Habanero*. Edición digital, 16 de octubre de 2006. (http://www.elhabanero.cubaweb.cu/2006/octubre/nro1726/cienc_06sep426.html)

interés de recibir apoyo moral y económico. En este memorando Pedro y ahora Federico Silva reiteraban estar dispuestos a realizar “amplias explicaciones verbales y objetivas” ante el representante de la CFE, así como a construir una “pequeña Planta Flotante Electro Marina de carácter demostrativo” operable en estanques de la ciudad. Una vez realizada la prueba y teniendo mayores seguridades creían posible la formación de un pequeño departamento dependiente de la CFE que tentativamente llamaban de: “Estudios e investigaciones sobre aprovechamientos de energías marinas para generaciones eléctricas”. Entonces se procedería a elaborar el proyecto definitivo de la “Primera Planta” que podría construirse en los astilleros del puerto de Mazatlán para su reubicación y fondeo en un puerto “de altos oleajes”, tentativamente frente a Manzanillo, Colima. Los autores estaban convencidos que los gastos eran recuperables y redundarían en beneficio del gobierno.¹³⁰ Hasta aquí es todo lo que sabe. ¿Qué más se puede extraerse del texto? En primer lugar no puede determinarse con exactitud si Pedro o Federico Silva eran o no ingenieros, tampoco se cuenta con los planos del dispositivo que se deseaba construir. Hay varias preguntas por plantear: ¿cómo surgió el proyecto? y ¿cuál fue la posterior posición de la UNAM respecto al aparato? Es probable que los autores se dirigieran a la rectoría de la UNAM con el fin de legitimar desde el punto de vista técnico el aparato que proponían, de modo que estableciéndose su viabilidad pudieran acceder a recursos y apoyos de la CFE. Es claro que el Dr. Nabor Carrillo, aunque fuera sólo como una medida política accedió a que un reconocido científico mexicano estudiara la viabilidad del proyecto, en el futuro se puede profundizar en el hecho de si se realizó una muestra experimental del proyecto.

¹³⁰ *Memorando*. AHUNAM. Rectoría. Misiones Universitarias 1/37, caj. 21, exp. 249 y 250.

2.3.4 Reglamento de investigadores de carrera

En el año de 1947 el Dr. Nabor Carrillo enfrentó las contradicciones derivadas del *Reglamento de Investigadores de Carrera*¹³¹ donde se distinguió entre investigadores y docentes especificando funciones delimitadas para cada uno de ellos. Si bien el Ing. Ricardo Monges ya había enfrentado antes el mismo punto a ser resuelto continuaba sin resolverse satisfactoriamente el que los investigadores de carrera abandonaran sus puestos como profesores en las Facultades de la UNAM para ocuparse plenamente de sus tareas en los Institutos. El conflicto en buena medida respondió, por un lado, a la necesidad de investigadores en actividades extra-universitarias; y por el otro, a la búsqueda de los profesores por obtener salarios que les ayudaran a mejorar sus condiciones de vida. El reglamento buscaba regular la situación de algunos investigadores de carrera que realizaban labores de docencia y trabajaban en otras instituciones públicas, o bien dentro de la UNAM tenían doble nombramiento. De acuerdo con una acta rescatada por el Mtro. Raúl Domínguez se muestra cómo el Dr. Nabor Carrillo se manifestó sobre el particular que incumbía a algunos de sus compañeros, a saber, los Drs. Nápoles Gándara, Carlos Graef Fernández y Alberto Barajas. El Coordinador consideró que sus compañeros podían trabajar en la Facultad y en el Instituto al mismo tiempo extendiendo sus horas en un plazo de dos años por la ausencia de candidatos para su sustitución.¹³²

En otro orden de ideas, el Dr. Nabor Carrillo ofreció su apoyo, sobre todo técnico, a instituciones de educación superior. Una muestra de ello ocurrió en 1952 cuando Raúl Rangel Frías, rector de la Universidad de Nuevo León le informó que en la última sesión del Consejo Técnico de su Universidad había discutido el proyecto de

¹³¹José Raúl Domínguez. *Los programas...*, p. 59.

¹³²Cfr. *Actas de las Sesiones*. ACIC UNAM. Acta núm. 7, 8 de abril de 1947, p. 1. *Apud.* Raúl Domínguez. *Los programas de investigación en física nuclear en México. 1930-1963*. México, UNAM/Tesis de Licenciatura, 1999.

impulsar “la preparación científica”. Al parecer, este implicaba un convenio con la UNAM para que fuera un órgano de consulta, programara conferencias y estableciera el intercambio de profesores y estudiantes. Para el 27 de marzo el Dr. Nabor Carrillo respondió positivamente a la invitación “coadyuvando con la preparación de hombres de ciencia y con la realización de investigaciones científicas”. Solo indica que no era posible prestar ningún tipo de apoyo económico.¹³³ Lo mismo hizo con otras universidades e instituciones privadas, particularmente con el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, (ITESM) desde donde se le enviaban calurosas invitaciones para participar como conferenciante huésped.

2.3.5 Participación en reuniones educativas y culturales

El Dr. Nabor Carrillo participó en eventos relacionados con educación superior, ciencia, promoción de la energía nuclear y mecánica de suelos. Por ejemplo, el 27 de noviembre de 1940 fue nombrado representante mexicano ante la Conferencia Internacional de Universidades. El 24 de septiembre de 1945 fue enviado por la UNAM al Consejo México-Americano de Investigación Industrial en la ciudad de Chicago, Illinois, pero no se tiene más información sobre este asunto. Por su parte, la Presidencia de la República, lo nombró delegado mexicano a la Conferencia de la Organización Educativa, Científica y Cultural de las Naciones Unidas (por sus siglas en Inglés UNESCO) celebrada el 19 de noviembre de 1946, en la ciudad de París. También fue ponente en la VI Asamblea Nacional de Rectores y trató sobre Problemas de la Coordinación de la Investigación Científica en las Universidades e Institutos de la

¹³³ *Carta a Raúl Rangel Frías. Rector de la Universidad de Nuevo León. AHUNAM/FNCF. Coordinación de la Investigación Científica, caj. 1, exp.9, doc. 120, 27 de marzo de 1952.*

República Mexicana (17 de febrero de 1950).¹³⁴ Dos años después, el 26 de junio de 1952 fue acreditado como Presidente del Consejo de Investigación Científica de la Unión de Universidades de América Latina y el entonces rector Luis Garrido Díaz (1898-1973) le confirió “la misión de promover la labor científica en los países latinoamericanos, para obtener un mayor acercamiento con los mismos”.¹³⁵ Para realizar este viaje el rector solicitó un permiso especial al Dr. Manuel Sandoval Vallarta, en su calidad de director del INIC considerando que el Dr. Nabor Carrillo realizaba estudios en dicha institución y su ausencia presentaba algunos problemas. En esta solicitud el rector Luis Garrido especificó que el viaje tenía “la mayor importancia para el programa de promoción y coordinación de la investigación científica [...]”¹³⁶ Es muy probable que el interés se relacionara con el deseo de las autoridades universitarias de cabildear que la reunión de la Asociación Internacional de Universidades, a realizarse en 1960, se efectuara en México. Con el fin de confirmar esta proposición se buscó el informe presentado por el Dr. Nabor Carrillo al rector sobre sus gestiones en América Latina sin obtener resultado.¹³⁷ El viaje debió ser exitoso porque a la postre la *III Conferencia General de la Asociación Internacional de Universidades* se realizó en el país.¹³⁸ Lo que se sabe de la gira del Dr. Nabor Carrillo por América Latina es que habría dictado dos conferencias en el

¹³⁴ *VI Asamblea Nacional de Rectores*. AHUNAM/FNCF. Serie Coordinación de la Investigación Científica, caj. 1, exp. 8, doc. 82, 17 de febrero de 1950.

¹³⁵ Ciudad de México. *Acreditación...*

¹³⁶ Ciudad de México. *Carta de dr. Luis Garrido al dr. Manuel Sandoval Vallarta*. AHUNAM/FNCF. Coordinación de la Investigación Científica, caj.1, exp. 9, doc. 134.

¹³⁷ *Acuse de recibo* (Se cuenta con las fecha de 5 de agosto y 10 de octubre). AHUNAM/FNCF. Serie Coordinación de la Investigación Científica, caj.1, exp. 5, doc. 152. Referencia indirecta que indica que el Dr. Luis Garrido recibió un informe.

¹³⁸ La Conferencia se dedicó al estudio de tres temas: 1. La universidad y la formación de directores de la vida pública; 2. La interacción de las ciencias y las humanidades en la enseñanza superior actual; y 3. La expansión de la educación superior. *Cfr.* Asociación Internacional de Universidades. Comité Organizador Mexicano. *“Información General” (III Conferencia General)*. AHUNAM/FNCF. Rectoría, caj. 2, exp. 12, doc. 479; La III Conferencia aparece registrada en la relación histórica que la AIU tiene de sus conferencias en su sitio de internet. De acuerdo con esta el título fue: “The Interplay of Scientific and Cultural Values”. (http://www.unesco.org/iau/conferences/gen_conf_list.html)

Paraninfo de la Universidad de Costa Rica, el día 31 de julio de 1952. La primera se programó a las 10:00 hrs. y habría tocado el tema de “Razones técnicas del hundimiento de la Ciudad de México y Long Beach”; la segunda, se dictaría a las 20:00 hrs. bajo el título de “La Explosión Atómica de Bikini”. La invitación al evento anunció que se proyectaría una película a colores tomada por el propio Dr. Nabor Carrillo en el lugar del experimento, las conferencias se transmitirían por Radio Universitaria 1235 Kc.¹³⁹ Por otro lado, el 1 de agosto presentó una conferencia en la Universidad de Panamá en la que habló sobre un experimento realizado en Italia. Se trató de un caso de cáncer en “completo desarrollo” que fue atendido con radiactividad salvando la vida del paciente.¹⁴⁰

2.4.1 El rector Nabor Carrillo (1953-1961)

Antes de abordar la labor del Dr. Nabor Carrillo como rector de la UNAM se conocerá la descripción física y psicológica que se hizo de él. De acuerdo con el testimonio de Miguel Mendoza, el Dr. Nabor Carrillo tenía “un tipo indígena muy acentuado”.¹⁴¹ Luis Quintanilla en un artículo periodístico lo caracterizada como:

Un hombre de estatura pequeña, mirada penetrante, siempre ameno y jovial, con maliciosa sonrisa, Nabor suavizaba sus palabras, aún cuando hablaba de los asuntos más serios. Es que para él lo importante había de ser articulado sin petulancia, como si fuera materia trivial. Sus gafas oscuras servían de marco redondo a un par de ojos que todo captaba y todo iluminaba. Irradiaba optimismo. Tenía un singular sentido del humor, pero nunca fue irónico. Su natural bondad se lo impedía. Reía como un niño

¹³⁹ Universidad de Costa Rica. “Invitación a dos conferencias...”

¹⁴⁰ *Carta de Vitta Tejeira Svatos de la Universidad de Panamá a Nabor Carrillo*. AHUNAM/FNCF. Serie Coordinación de la Investigación Científica, caj.1. exp. 5, doc. 141, 7 de agosto de 1952. Este testimonio muestra el sincero interés de una estudiante panameña por salvar la vida de una persona cercana que vivía con cáncer en un pulmón y residía en la ciudad de Viena. Vitta Tejeira escribió al Dr. Nabor Carrillo solicitándole el nombre de la institución en la que se llevó a cabo el experimento, no se conoce la respuesta de Carrillo. Cabe señalar que en la actualidad la medicina nuclear tiene un lugar importante en México y el mundo, sin embargo, el caso presentado se sitúa en un momento en que esta especialidad se desarrollaba representando para ciertos pacientes graves una alternativa de vida.

¹⁴¹ Miguel Mendoza. “Por qué México no puede TENER “METRO...”

grande y ni sus amigos más íntimos podíamos adivinar sus preocupaciones. Siempre las guardaba para sí mismo. Para él la amistad debía ser siempre una grata experiencia. Y para conseguirlo, el amigo debe brindarnos solamente el lado agradable de su personalidad. Inquietar a los demás con problemas personales era para Nabor una imperdonable falta de educación.¹⁴²

Descrito como alegre, sonriente, observador y educado, el Dr. Nabor Carrillo, ocupó la rectoría de la UNAM de 1953 a 1961, lo cual fue posible por medio de su reelección. Como antecedentes se tiene que siendo Coordinador de la Investigación Científica trabajó de cerca con cuatro rectores; a saber: Alfonso Caso (1896-1970), Genaro Fernández MacGregor (1883-1959), Salvador Zubirán (1898-1998) y Luis Garrido. Quienes, según él, influyeron poderosamente sobre su “entendimiento de la realidad universitaria”.¹⁴³



El Dr. Nabor Carrillo en compañía del Presidente Miguel Alemán
CESU-AHUNAM/FNCF. *Boletín Informativo*. Instituto de Física de la UNAM,
núm. 28, núm. 82, caj. 4, exp. 20, [s.f.]

¹⁴² Luis Quintanilla. “Nabor Carrillo Flores”, AHUNAM/FNCF, [s.f.]

¹⁴³ Cfr. Jesús Silva-Herzog. *Una historia de la Universidad...*, p. 123.

El Dr. Nabor Carrillo tomó posesión de su cargo el 13 de febrero de 1953, Ignacio Chávez en ese momento Presidente de la Junta de Gobierno ofreció un discurso al Dr. Nabor Carrillo. Ignacio Chávez mencionó que la Junta lo recibía con palabras de fe; destacó la honda trascendencia de su elección de rector considerando que la tarea que tenía era más grande y más noble que la de otras veces. Por una parte, por dirigir, coordinar e impulsar a la vieja Universidad, y por la otra, una tarea singular de alcance excepcional al planear y asegurar la vida de la nueva Universidad. El Presidente entendió esta última labor como notable y llena de trascendencia para el futuro de México. De modo que al realizarla el rector podría ufanarse de haber recibido la más grande ocasión que a nadie le había sido dada en los últimos 40 años, es decir desde la fundación de la UNAM.¹⁴⁴ Por su parte, el Dr. Nabor Carrillo prefirió no exponer en su discurso su plan de trabajo, únicamente mencionó los dos problemas más importantes que debía resolver: la estabilidad económica de la UNAM y el sueño de la Ciudad Universitaria. El rector apeló a la austeridad, al trabajo y al espíritu universitario concluyendo con la que sería una frase reiterativa en su pensamiento: “Creo en la juventud. Creo en la Universidad Nacional Autónoma de México. Creo en el alto destino de México.”¹⁴⁵ El traslado de la Universidad a su nueva sede en Ciudad Universitaria arrancó durante el primer rectorado del Dr. Nabor Carrillo.¹⁴⁶ Como podría suponerse implicó más que el cambio de las Escuelas de un sitio a otro u hacia otros edificios. El Dr. Marcos Moshinsky dice que la Ciudad Universitaria fue ante todo “una nueva actitud respecto a la educación universitaria y a la forma como podría implementarse”. Destaca que quizá hubo algunos errores pero eso no quita al Dr.

¹⁴⁴ Cfr. Discurso atribuido al Dr. Ignacio Chávez en ocasión de la toma de protesta del Dr. Nabor Carrillo como rector de la UNAM. Cfr. Jesús Silva Herzog. *Una historia de la Universidad...*, p. 122.

¹⁴⁵ Cfr. Jesús Silva. *Una historia de la Universidad...*, p. 124. Opiniones similares son encontradas en *Semblanza de Nabor Carrillo. Efrén C. del Pozo*, p. 1 y 2.

¹⁴⁶ Cuando se inició el traslado a la Ciudad Universitaria en 1953, ésta era propiedad federal, fue una aportación del Dr. Nabor Carrillo la expropiación de C.U. y la ex-hacienda de Coapa (Preparatoria No. 5).

Nabor Carrillo “el mérito de haber transformado al cascarón vacío en un centro en expansión constante”.¹⁴⁷ Para realizar esta empresa fue necesario el establecimiento de “programas escalonados”, que enfrentaron diversos problemas. Entre estos se puede destacar: las resistencias tanto de maestros como de alumnos al cambio; la inexistencia o posterior falta de transporte para llegar a Ciudad Universitaria, la carencia de mobiliario en las aulas, así como la entrega de las instalaciones sin estar del todo concluidas. Con la finalidad de cumplir con las tareas universitarias, el Dr. Nabor Carrillo logró que el Consejo Universitario autorizara estipendios diferenciales para las escuelas cuyos edificios se concluían, mientras que las que permanecían en construcción continuaron con presupuestos limitados.¹⁴⁸ A continuación se repasará el contexto político nacional y universitario que prevaleció durante el rectorado del Dr. Nabor Carrillo.

2.4.2 Un rectorado llamado “Paz Octaviana”

En términos de la estructura universitaria debe partirse de la promulgación de la *Ley Orgánica* de la UNAM dada en 1945. La *Ley Orgánica* especificó el carácter descentralizado y las funciones sociales de la UNAM, e introdujo modificaciones tendientes a despolitizar las elecciones de los rectores, con el objeto de evitar tensiones. La *Ley Orgánica* definió una nueva estructura de gobierno que incluía a la Junta de Gobierno, el Consejo Universitario, el rector, el Patronato, los directores de Escuelas, Facultades e Institutos y Consejos Técnicos.¹⁴⁹ Esta reforma no estuvo exenta de críticas y oposiciones, pero finalmente fue aprobada. Los estudiosos sobre la historia de la UNAM destacan que entre 1950 y 1960 no existió un movimiento

¹⁴⁷ “Vidas Paralelas...”

¹⁴⁸ *Semblanza de Nabor Carrillo. Efrén C. del Pozo...*, p. 1 y 2.

¹⁴⁹ Domínguez. *Los programas...*110-112.

estudiantil que amenazara la continuidad del rectorado del Dr. Nabor Carrillo. Las movilizaciones de jóvenes de la época ocurrieron en el IPN originadas por la administración de los dormitorios para estudiantes.¹⁵⁰ Dentro de la UNAM fueron por el aumento en las cuotas en el transporte público en 1958. En ese mismo año hubo movimientos sindicales encabezados por los ferrocarrileros, telegrafistas, petroleros y maestros. Al parecer no existió apoyo extenso de los estudiantes, el estudiantado en esta época se caracterizó por su apatía y carencia de proyectos estudiantiles alternativos a los oficiales. Sus intereses consistían en la defensa de espacios políticos de representación y sus demandas eran de tipo asistencial. Estas afirmaciones parecen plausibles considerando que el Dr. Nabor Carrillo expuso en varias ocasiones que la UNAM debía “alinearse” y no ser motivo de “crítica y oposición” al gobierno constituido. Por otro lado, consideró al PAN como introductor de divergencias políticas, afectando a los estudiantes y responsabilizó a las organizaciones de estudiantes panistas, entre ellas a la Confederación Nacional de Estudiantes, de ser fuente de disturbios y facciones. La rectoría sólo reconocía a la Federación Estudiantil Universitaria porque, de acuerdo con ella, se trataba de un punto de encuentro donde los estudiantes elegían a sus representantes por escuela. Otros grupos de estudiantes tenían denominaciones comunistas, populares y del Partido Revolucionario Institucional, se decía que sus actividades eran esporádicas y esencialmente políticas.¹⁵¹ El Mtro. José Raúl Domínguez menciona que la oposición estudiantil a lo más aspiraba a obtener “facilidades escolares”.¹⁵² Otras opiniones apuntan a que la

¹⁵⁰ *Ib.* 115 y 118.

¹⁵¹ “Presente y futuro de la UNAM”, 27 de febrero de 1953. p. 35 y 37

¹⁵² Raúl Domínguez. *Los programas...*, p.116. A mediados de los años sesenta en el contexto internacional surgieron movimientos de protesta contra de la guerra, de crítica al imperialismo estadounidense y guerrillas que tuvieron expresiones en México. Ejemplos concretos fueron: la guerra de Vietnam, la invasión de República Dominicana y el trágico asalto al Cuartel Madera en Chihuahua el 23 de septiembre de 1965.

rectoría cooptó a las organizaciones estudiantiles,¹⁵³ además de reprimir los movimientos sindicales¹⁵⁴ estableciéndose con ello una política conservadora. Una posición encontrada establece que el Dr. Nabor Carrillo se interesó en mejorar el clima de la Universidad, para ello tuvo una política basada en el respeto a la libertad de pensamiento que incluía la libertad de cátedra y favoreció el diálogo permanente con toda la comunidad universitaria sobre sus necesidades.¹⁵⁵ Explicaciones subjetivas respecto a la estabilidad en la UNAM son ofrecidas por el Dr. Carlos Graef Fernández quien consideró que el elemento que permitió la lealtad de los estudiantes al Dr. Nabor Carrillo fue que estos sentían “que su cariño [hacia ellos] era auténtico” y que el “interés por sus destinos era genuino”.¹⁵⁶ Otra opinión sostiene que el Dr. Nabor Carrillo, permaneció en la rectoría por su sapiencia, visión y estimación general.¹⁵⁷ Resumiendo, el Dr. Nabor Carrillo defendió desde el principio de su rectorado su creencia en la juventud. Lo cual implicó un compromiso directo con los jóvenes y sus necesidades. Sin embargo, institucionalizó la participación universitaria y procuró alinear al estudiantado con los intereses del gobierno a través de la Federación Estudiantil Universitaria. Queda por explorar la relación del Dr. Nabor Carrillo respecto a los movimientos sindicales. Al concluir el rectorado del Dr. Nabor Carrillo fue electo el Dr. Ignacio Chávez quien también se preocupó por la enseñanza de la ciencia y la tecnología. El Dr. Ignacio Chávez fue depuesto por un movimiento estudiantil, concluyendo con la llamada “paz octaviana”.¹⁵⁸ El siguiente rector fue Javier Barrios Sierra quien enfrentó los convulsos sucesos del movimiento estudiantil de 1968.

¹⁵³ Gilberto Guevara Niebla. *La rosa de los cambios...*

¹⁵⁴ Raúl Domínguez. *Los programas...*, p. 120.

¹⁵⁵ *Semblanza del Doctor Nabor Carrillo...*, p. 4.

¹⁵⁶ *Palabras pronunciadas por el Dr. Carlos Graef Fernández, en la inauguración de la Escuela Primaria...*, p. 2.

¹⁵⁷ *Palabras pronunciadas por Agustín Ayala- Castañares...*, (1980), p. 3.

¹⁵⁸ Cfr. Jesús Silva. *Una historia de la Universidad...*, p. 149.

2.4.3 Las bases del tutelaje económico estatal en la UNAM

Al comienzo de su rectorado, el Dr. Nabor Carrillo presentó una iniciativa en la cual se pedía la modificación de la Constitución Política para destinar el 2% de los ingresos de la Federación para el sostenimiento de la UNAM.¹⁵⁹ De acuerdo con una estimación, el Dr. Nabor Carrillo logró un aumento en el presupuesto universitario del orden de los 22 a 150 millones de pesos anuales.¹⁶⁰ Este crecimiento se acompañó del incremento de la matrícula universitaria, de la planta de trabajadores y en la expansión de las funciones universitarias. Sobre la distribución del presupuesto universitario, cabe mencionar, que en el periodo de 1950 a 1960 el monto destinado a investigación en ciencias sociales y humanidades aumentó anualmente entre el 10.1 % y el 16.2%. Mientras que el presupuesto para investigación en ciencias se incrementó anualmente entre el 71.9% y 81.2%, en el mismo periodo, el Instituto de Física pasó de un presupuesto de \$148, 870 a \$1, 599, 973 pesos.¹⁶¹ Los indicadores anteriores no pueden explicarse sin considerar las peculiaridades económicas de la posguerra. Los años cincuenta representan un período de ascenso en el proceso de industrialización por sustitución de importaciones cuya consolidación ocurrió en el siguiente decenio y que conforman la etapa del desarrollo estabilizador. En dicho modelo se privilegió la sustitución de importaciones, se estimuló la acumulación de divisas, se fortaleció el mercado interno y se permitió un crecimiento acelerado de la economía. La tasa media anual de crecimiento del PIB en este lapso fue superior al 6 %, duplicándose el producto por habitante. Los salarios reales, sobre todo no agrarios, se incrementaron y la inflación se mantuvo en niveles bajos. Pese a estos avances no se resolvió la

¹⁵⁹ "Proyecto relativo a las finanzas de la Universidad". AHUNAM/FNCF. Sección: Desarrollo Profesional, caj. 2, exp. 11, doc. 456. *Apud* José Raúl Domínguez. *Los programas...*, p. 88.

¹⁶⁰ José Raúl Domínguez. *Los programas...*, p. 114.

¹⁶¹ *Cfr.* José Raúl Domínguez. *Historia de la física nuclear en México...*, p. 155.

desigualdad en la distribución del ingreso, el déficit fiscal, el crecimiento del desequilibrio comercial y financiero con el exterior y la sobrevaluación del peso frente al dólar.¹⁶² Respecto a la sobrepoblación estudiantil puede verse que la población nacional mantuvo una tasa de crecimiento entre 1950 y 1970 entre 3.0% y 3.4 %.¹⁶³ El total de la población en 1950 era de 25, 791 017, en 1960 subió a 34, 923 129 y para 1970 puede decirse que casi se duplicó respecto a la de 1950 ascendiendo a 48, 225 238. Es probable que con un PIB tan elevado y la obtención de recursos, tanto del Gobierno Federal, como de la iniciativa privada, condujeran a congelar las cuotas universitarias. A pesar de contrapropuestas que especificaban un ajuste de las cuotas al costo real del servicio aunado a la implementación de un sistema de becas, el Dr. Nabor Carrillo creyó que la educación no era una mercancía y resultaba injusto pretender pagar por ella cuando la mayoría de los estudiantes eran pobres.¹⁶⁴ Con esta decisión devino la eventual gratuidad de la educación consolidándose el tutelaje económico del Estado en materia educativa. Esto es, el subsidio de la educación superior y la limitación de las posibilidades de que la UNAM generara sus propios recursos. Desde entonces las iniciativas que buscan revertir esta estructura, independientemente de su matiz, han sido la génesis de movimientos estudiantiles en contra del alza de cuotas.¹⁶⁵ En otro sentido, se sabe que el Dr. Nabor Carrillo se preocupó por mejorar la oferta de salarios al profesorado¹⁶⁶ y que se favoreció a la

¹⁶² Pedro Hugo Romero Flores, Tarsiso Torres Chávez. “Población y desarrollo en México 1950-1995” en *Compilación electrónica de las revistas de la Facultad de Economía de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*. (http://www.economia.umich.mx/publicaciones/EconYSoc/ES04_04.htm)

¹⁶³ (<http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=mpob08&c=3185>; <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=mpob01&c=3178>)

¹⁶⁴ Cfr. Raúl Domínguez. *Los programas...*, p. 201-203.

¹⁶⁵ Cfr. Francisco Gutiérrez. “Posición de la UNAM...”; *Notas sobre el problema explosivo de la población universitaria*. AHUNAM/FNCF. Desarrollo Profesional, caj. 2, exp. 11, doc. 450, [s.f.], p. 1, 3, 5 y 6; *La reforma educativa en la C.U.* FNCF. Desarrollo Profesional, Rectoría, caj. 2, exp. 11, doc. 488, [s.f.]

¹⁶⁶ *Semblanza de Nabor Carrillo*. Efrén C. del Pozo..., p. 2.

UNAM por el vínculo con Antonio Carrillo Flores quien se desempeñó como Secretario de Hacienda y Crédito Público en el sexenio de 1952-1958.

2.4.4 Modernización y ampliación de las funciones universitarias

La administración del Dr. Nabor Carrillo fue sensible al desarrollo de políticas de planeación. En mayo de 1958 se organizó el Departamento de Estadística para la recolección y análisis de datos sobre la Universidad.¹⁶⁷ Para 1959 había producido su primer *Anuario Estadístico de la Universidad*, con ello se mejoró el conocimiento de las funciones universitarias y se favoreció la planeación de soluciones a largo plazo. Se creó también la Asesoría de Relaciones Públicas con las tareas de procurar la proyección de la Universidad en el ámbito nacional e internacional; así como de cuidar el protocolo que debía guardarse en las ceremonias oficiales. El Dr. Nabor Carrillo se interesó por acentuar la enseñanza de las ciencias y promover los conocimientos históricos, geográficos y literarios.¹⁶⁸

¹⁶⁷ En 1958 llegó a México la primera misión de asistencia del OIEA que tuvo por objetivo determinar la creación de uno o dos centros para la capacitación en los usos pacíficos de la energía nuclear en América Latina. Además de México se visitaron Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Chile, Ecuador, Guatemala, Haití, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela. Cfr. Viena. *Veinte Años del Organismo...*, p. 12.

¹⁶⁸ "Presente y futuro..." p. 35-36. Opiniones similares se encuentran en *Semblanza de Nabor Carrillo. Efrén C. del Pozo...*, p. 1 y 2.

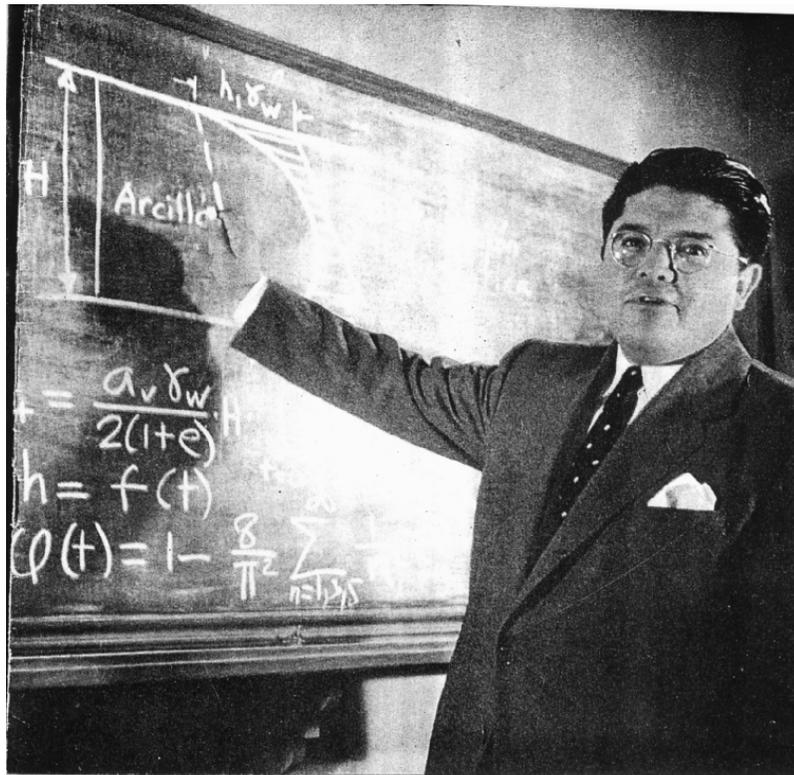


Foto Juan Guzmán

NABOR CARRILLO, DE LA UNIVERSIDAD MEXICANA
...enfrentarse con los problemas es resolverlos...



En Tiempo. Semanario de la Vida y la Verdad
Vol. XXII, núm. 565 CESU-AHUNAM-FNCF
(27 de febrero de 1953)

Concretamente, apoyó con entusiasmo la creación de la Escuela de Graduados de la Facultad de Ingeniería en la UNAM, así como del Instituto de Ingeniería de la UNAM, cuyas finalidades eran atender la investigación.¹⁶⁹ Propició la apertura del Centro de Cálculo Electrónico y fortaleció las actividades de docentes. En relación a la enseñanza, investigación y difusión de la física se puede mencionar que durante su rectorado se llevó a cabo el *Congreso de Física* organizado por la *Sociedad Mexicana*

¹⁶⁹ Marcos Mazari Menzer. *Testimonios...*, p. 51. La aprobación del Consejo Universitario para abrir la Escuela de Graduados se efectuó el 1946. El Dr. Nabor Carrillo participó entonces como profesor de mecánica de suelos. La Escuela ofrecía el grado de Maestría en Ciencias luego de 20 meses y la elaboración de una tesis. En 1956 directores de Facultades y Escuelas solicitaron al Dr. Nabor Carrillo la supresión de la Escuela de Graduados, de modo que después de un estudio, el día 25 de enero de 1957 se descentralizaron sus funciones. A partir de entonces se confiaron a las Facultades y Escuelas la organización del posgrado. Cfr. México. ICA. "Ingeniero Neftalí Rodríguez Cuevas. Premio Fundación ICA a la Docencia en Ingeniería Civil, 1998", p. 15. (<http://www.fundacion-ica.org.mx/VALORES/valor4.pdf#search=%22barros%20sierra%20Bescuela%20de%20graduados%22>)

de Física y la *American Physical Society*. En 1954 el Centro Médico empezó a funcionar contando con un cuerpo especializado de médicos de distintas disciplinas y un laboratorio de análisis clínicos. En el Centro Médico se creó el Departamento de Psicopedagogía para la orientación vocacional y se publicó la primera *Guía de Carreras* en México. El 21 de abril de 1960 se pasó de Escuela a Facultad de Medicina. De acuerdo con el Mtro. José Raúl Domínguez, en lo concerniente a los Institutos, las reformas académicas del periodo fueron parcas.¹⁷⁰ Otros resultados de su rectorado fueron: la conclusión del Jardín Botánico impulsado por el refugiado español Faustino Mirada y la creación y equipamiento de laboratorios y biblioteca, dentro y fuera de la UNAM. Entre los proyectos que no se concretizaron se destaca el de Museo de Historia Natural que se construiría en el Pedregal.¹⁷¹ Los resultados del rectorado en materia de artes y humanidades implicaron la modernización de *Radio Universidad* y la difusión de una serie de grabaciones llamadas “Voz Viva de México”. Se construyó un edificio para albergar a la Imprenta Universitaria y se compró maquinaria nueva, mejorando la calidad y el tiraje de las publicaciones. Respecto a las ediciones universitarias se pasó del Departamento Editorial dependiente de la Dirección de Difusión Cultural a la Dirección General de Publicaciones. En 1954 apareció la *Gaceta de la UNAM*, desde entonces, órgano informativo de la vida universitaria, se estableció el laboratorio de restauración y conservación de libros y se incrementó la adquisición de obras; además de unificarse el sistema bibliotecario y el catálogo de archivo. Se crearon los cursos de biblioteconomía en la Facultad de Filosofía y Letras y se favoreció la creación de la carrera de bibliotecólogo. La Casa del Lago fue convertida en un centro cultural popular en el que se impartieron talleres, pláticas,

¹⁷⁰ José Raúl Domínguez, “Historia de la UNAM (1945-1970)”, p. 209.

¹⁷¹ Jesús Silva Herzog. *Una historia de la Universidad...*, p. 134.

se presentaron exposiciones y se ofrecieron conciertos.¹⁷² Se invirtió en la actualización de los servicios de captura de datos para agilizar los trámites escolares en la Dirección de Servicios Escolares y se creó la Oficina de Máquinas que llevó el registro de personal, pago de sueldos, colegiaturas de alumnos. En 1954 se creó la Dirección de Servicios Sociales para el estudio de los problemas sociales de la UNAM y los medios de solucionarlos. La dependencia creó la Bolsa de Trabajo que habría, de acuerdo con un testimonio, dar salida a “casi la mitad de las solicitudes recibidas” como trabajos definitivos y a una cuarta parte de ellas como trabajos temporales. También se crearon las misiones universitarias cuyo éxito habría sido apreciado y emulado por algunas universidades de los estados.¹⁷³ En el mismo año se estableció la Oficina de Intercambio Cultural y Becas, además de un bachillerato único y se incrementaron las materias optativas con la finalidad de encauzar vocacionalmente a los estudiantes. Se buscó preparar y sostener en número y calidad a profesores de diversas disciplinas. Finalmente, el Dr. Nabor Carrillo continuó con su labor de acercamiento con otras instituciones mexicanas observando un sincero compromiso por concretar acuerdos. Durante su rectorado se estimuló la movilidad de profesores y estudiantes; se investigaron soluciones, sobre todo a la sobrepoblación estudiantil; y se apoyó a otras universidades a conseguir subsidios federales y material de laboratorio entre otros insumos.¹⁷⁴

2.4.5 La sobrepoblación estudiantil como reflejo de la crisis universitaria

Pocos años después de concluir el traslado de todas las escuelas a CU las expectativas de sus constructores y responsables fueron rebasadas. Las aulas que habían sido

¹⁷² *Semblanza del Doctor Nabor Carrillo...*, p. 5.

¹⁷³ *Ib.* p. 6.

¹⁷⁴ Francisco Gutiérrez. “Posición de la UNAM...”, p. 11.

construidas para albergar cierto número de personas resultaron insuficientes. La sobrepoblación universitaria fue un reto cada vez más complejo conforme avanzó el rectorado. Para ejemplificar esta afirmación se recurre a la nota sobre un “improvisado discurso” que el Dr. Nabor Carrillo ofreció el 1 de abril de 1955 en la ciudad de Jalapa. Teniendo el cargo de Presidente de la Asociación Nacional de Universidades de la República, el Dr. Nabor Carrillo inauguraba los trabajos de la Segunda Asamblea Nacional Extraordinaria de Universidades y Escuelas Superiores de la República. Su posición fue que los problemas universitarios debían medirse y atenderse a escala nacional, de otra manera, “existía el peligro de una perenne anemia en la provincia y congestión en la capital”.¹⁷⁵ El rector sostuvo que el fenómeno de la sobrepoblación universitaria era “un signo de vitalidad” derivada de la estabilidad económica, política y social; expuso que se trataba de un fenómeno experimentado mundialmente que dependía del crecimiento poblacional y de la tendencia a aumentar los niveles de conocimientos y educación. Para ese entonces empezaba a entenderse que se impulsaban estudios sin mercado y que la educación superior en México se concentraba en la UNAM. El rector atendió la situación y consideró varias soluciones. Entre ellas en 1958 creó la Comisión de Planeación Universitaria que habría de dedicarse a estudiar y promover caminos. En esencia, durante el rectorado del Dr. Nabor Carrillo se vislumbraron 5 alternativas para resolver la sobrepoblación estudiantil. *La primera alternativa* consistió en *reconocer la urgencia de planear la educación universitaria a escala nacional*. Para este fin fue importante el refuerzo de las Asociaciones de Universidades e Instituciones de Educación Superior, así como de rectores que favorecieran la discusión sobre el estado de la educación en el país y los medios para mejorarla. *La segunda alternativa*

¹⁷⁵ *Ib.* p. 1.

fue iniciar un proceso de descentralización de la UNAM a través de 2 estrategias: a) *Creando unidades de extensión de la UNAM en los Estados* y b) *Fortaleciendo y estimulando la creación de universidades estatales* estableciéndose relaciones de asistencia técnica entre estas y la UNAM. *La tercera alternativa* proponía *sistemas de selección de aspirantes* a la educación universitaria cada vez más rigurosos. *La cuarta alternativa* llamaba a *la implementación de tecnologías educativas* que respondieran a las condiciones de masificación de la educación. En este sentido debe pensarse que al crecer la población estudiantil se impactó en la proporción de maestros en activo quienes atendían a más alumnos en los mismos espacios, y con los mismos recursos. Se pensó que la masificación traía consigo toda una revolución pedagógica que incluiría el uso de nuevos implementos como la cinta magnética, el cine, los discos, la radio, la televisión, “el cerebro electrónico” (computadora) y los libros. *La quinta alternativa* fue *aumentar las colegiaturas y ofrecer becas para estudiantes* de escasos recursos económicos. Es muy probable que al final de su rectorado, el Dr. Nabor Carrillo modificara su posición respecto al tema de las cuotas congeladas.¹⁷⁶

2.4.6 Nabor Carrillo y su discurso de despedida como Rector de la UNAM

Una vez realizado un breve esbozo del rectorado del Dr. Nabor Carrillo, se verán cuales fueron sus palabras de despedida al terminó de su segundo periodo en 1961. La reconstrucción que se elabora se basa en dos versiones de un mismo discurso: uno oficial y otro, un borrador de su puño y letra. En esencia, uno y otro discurso, no atendieron a la presentación de los resultados alcanzados durante el rectorado. Para ello ya se había preparado una síntesis que circulaba en su momento. Su discurso atendió a dejar testimonio del sentir particular del rector hacia la Universidad. El Dr.

¹⁷⁶ *La reforma educativa en la CU*. AHUNAM/FNCF. Desarrollo profesional. Rectoría, caj. 2, exp. 11, doc. 487 y caj. 2, exp. 11, doc. 488.

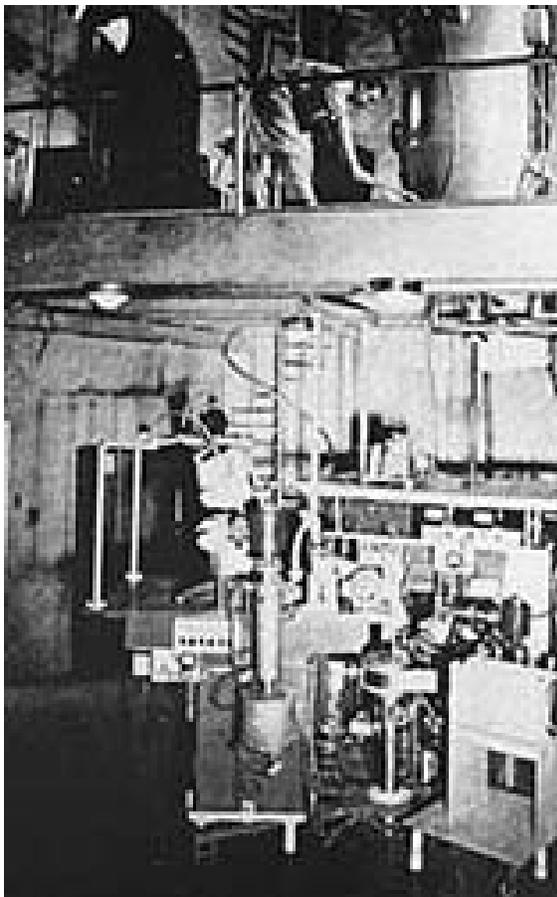
Nabor Carrillo empenó al tiempo la tarea de precisar si sirvió o no “con amor y devoción, con celo y respeto”.¹⁷⁷ Quiso despedirse reconociendo lo que la Universidad hizo por él, es decir, sus lecciones de prudencia, tolerancia y serenidad con las cuales la defendió de “peligros extraños” y solucionó problemas internos “sin utilizar nunca la violencia”. En cambio utilizó el diálogo con la comunidad universitaria y mantuvo la esperanza en superar los conflictos universitarios. Ofreció su agradecimiento a la Junta de Gobierno, al Patronato Universitario, al Consejo Universitario, a los directores y a sus colaboradores inmediatos. Reconoció la “comprensión, simpatía y apoyo” de los gobiernos de los presidentes Ruíz Cortínez (1890-1973) y López Mateos (1910-1969). Carrillo reiteró su amor y fe en los jóvenes exhortándolos a que reconocieran el privilegio de educarse en la Universidad, honrándola y sirviendo a México.¹⁷⁸ Finalmente, reiteró que durante ocho años había tenido “el privilegio inmenso de servir” a su Alma Mater y que este fue el puesto más honroso que ocupó en su vida. Se iba con el mismo amor a la Universidad con que había llegado.¹⁷⁹ Cabe mencionar que mientras se desempeñó como rector de la UNAM, el Dr. Nabor Carrillo fungió como Presidente de la Academia Nacional de Ciencias de 1953 hasta 1957, fue vicepresidente de la Asociación Internacional de Universidades, presidente de la Unión de Universidades de América Latina, Presidente de la Sociedad Matemática Mexicana.

¹⁷⁷ *Discurso de despedida*. AHUNAM/FNCF. Desarrollo Profesional. UNAM. Rectoría, caj. 3, exp. 13, doc. 485, p. 1.

¹⁷⁸ *Ib.* p. 4-5.

¹⁷⁹ *Discurso de despedida del Dr. Nabor Carrillo*. AHUNAM/FNCF. Desarrollo Profesional, UNAM. Rectoría, caj. 3, exp. 13, doc. 485, 13 de febrero de 1961, [s.n.p.]

Capítulo 3



UNAM, Van de Graaff (1952)

NABOR CARRILLO Y EL PROGRAMA NUCLEAR

Es un hecho que el Dr. Nabor Carrillo se interesó definitivamente por la energía nuclear luego de las pruebas en el Atolón Bikini. En un valioso documento elaborado por él mismo, dice:

[He] representado a México en dos importantes acontecimientos relacionados con la energía atómica: fui Delegado Científico de México en las pruebas atómicas de Bikini y Asesor Técnico en la Comisión de Energía Atómica de las Naciones Unidas. Por supuesto que para desempeñar estas comisiones, que me fueron confiadas entre otras razones por falta de verdaderos especialistas mexicanos en esta nueva rama de la ciencia, tuve que dedicarme a estudiar la bibliografía existente y tanto de esto, como de las numerosas discusiones que tuve con expertos de otros países he derivado ideas generales sobre los problemas más importantes de la energía atómica, así como de las consecuencias no bélicas para México y para la humanidad, de los estudios atómicos.¹⁸⁰

En este capítulo se revisará el papel del Dr. Nabor Carrillo en la configuración del programa nuclear en México. Para ello es importante revisar la centralidad del acelerador de partículas Van de Graaff en los estudios de física nuclear experimental. Los Drs. Carlos Graef Fernández, Manuel Sandoval Vallarta y el Mtro. Marcos Mazari Menzer reconocen al Dr. Nabor Carrillo como al primer mexicano interesado en comprar un acelerador de partículas Van de Graaff. Esto ocurrió en diciembre de 1950 cuando el ingeniero visitó Cambridge, Massachussets. Por iniciativa de Arturo Casagrande, el Dr. Nabor Carrillo conoció al Dr. William Buechner del Instituto Tecnológico de Massachussets quién realizaba investigación con un acelerador de partículas tipo Van de Graaff. Al parecer varios países habían adquirido ya aceleradores de partículas en los Estados Unidos.¹⁸¹ El Dr. Nabor Carrillo regresó muy entusiasmado a México y se dirigió, según consta, a sus colegas.¹⁸² Los persuadió de los beneficios científicos e industriales que obtendría el país si se adquiría un acelerador de partículas Van de Graaff. Los planes de compra se mantuvieron en secreto hasta que la noticia llegó a oídos del Presidente. Pero por la intervención del

¹⁸⁰ *Memorando Confidencial...*

¹⁸¹ *Boletín informativo*. UNAM-Instituto de Física. AHUNAM/FNCF, caj. 4, exp. 20, doc. 24, primer bimestre, p. 608.

¹⁸² Marcos Mazari Menzer. *Testimonios...*, p. 53.

Arq. Carlos Lazo y de científicos universitarios fue convencido para apoyarlos en la empresa. Se tomaron entonces todas las reservas para la construcción del “Laboratorio de Van de Graaff” en Ciudad Universitaria.¹⁸³ La investigación sobre los usos posibles del acelerador de partículas corrió a cargo del seminario de reacciones nucleares, donde participaron el Dr. Marcos Moshinsky,¹⁸⁴ el prof. Francisco Medina y el prof. Juan Manuel Lozano coordinados por el Mtro. Fernando Alba Andrade.¹⁸⁵ A finales del año de 1951 se presentaron sus conclusiones y se enviaron al Dr. Nabor Carrillo.

3.1.1 Un acontecimiento previo a la instalación del Van de Graaff

En el mes de enero de 1952, antes de ser instalado el Van de Graaff, el Instituto Francés anunció que impartiría un curso especializado de Física Moderna en 5 o 6 lecciones, todos los martes, a partir de las 19:00 horas sin costo alguno. Según se dice:

El tema se escogió de modo de favorecer la especialización de jóvenes en el campo de la física atómica. Se puede prever con certeza que dentro de diez años la energía nuclear tendrá una importancia industrial comparable a la electricidad y que los países que como México tienen fuentes naturales de abastecimiento en minerales

¹⁸³ Se decidió utilizar el nombre de “Laboratorio de Van de Graaff” por ser el manejado en la hemerografía del año de 1952. En textos posteriores se refieren a él como: “Laboratorio Atómico”.

¹⁸⁴ Marcos Moshinsky nació en Kiev, Ucrania el 20 de abril de 1921, llegó a México en 1927 y se nacionalizó mexicano en 1933. Realizó sus estudios de preparatoria (1937-1938), así como los de licenciatura y maestría en Ciencias Físicas en la UNAM entre 1940 y 1944. En la Universidad de Princeton obtuvo su doctorado en Física (1949). A su regreso a México trabajó como maestro en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Fue investigador del Instituto Nacional de Investigación Científica. Editor de la *Revista Mexicana de Física*, miembro de la Sociedad Matemática Mexicana, de la Sociedad Mexicana de Física y de la *American Physical Society*. Algunas de sus investigaciones han versado sobre el modelo colectivo del núcleo, estructura nuclear y reacciones nucleares. Cfr. “Marcos Moshinsky” en *Gaceta de la Universidad*, México, D.F., vol. II, núm. 4, 4 de enero de 1955, p. 6.

¹⁸⁵ El Dr. Alba Andrade nació en la ciudad de México, el 19 de enero de 1919. Obtuvo su licenciatura, maestría (1943) y doctorado (1957) en Física y realizó estudios de licenciatura en Ingeniería Civil en la UNAM. Tomó cursos de especialización en Oak Ridge en 1956 y se desempeñó como profesor de mecánica y electricidad en la Facultad de Ingeniería, Física superior en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional. Trabajó en el observatorio de Tonantzintla entre 1942 y 1943, fue director del Instituto de Física de la UNAM 1957-1970, miembro del Consejo Consultivo de la Comisión Nacional de Energía Nuclear 1957-1970. También intervino en la medición de la precipitación radioactiva en México como parte de los trabajos del Comité para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas. Fue Coordinador de Ciencias de la UNAM, Director General del Instituto Nacional de Energía Nuclear, gobernador representante de México ante el OIEA 1973-1975 y promotor de la creación del Centro de Instrumentos ante el rector Pablo Casanova. Recibió el Premio Nacional de Ciencias 1969, el Premio UNAM a la Innovación Tecnológica en 1989, fue nombrado Investigador Emérito del Sistema Nacional de Investigadores y continúa activo en el Instituto de Física con investigaciones en el campo de la energía solar.

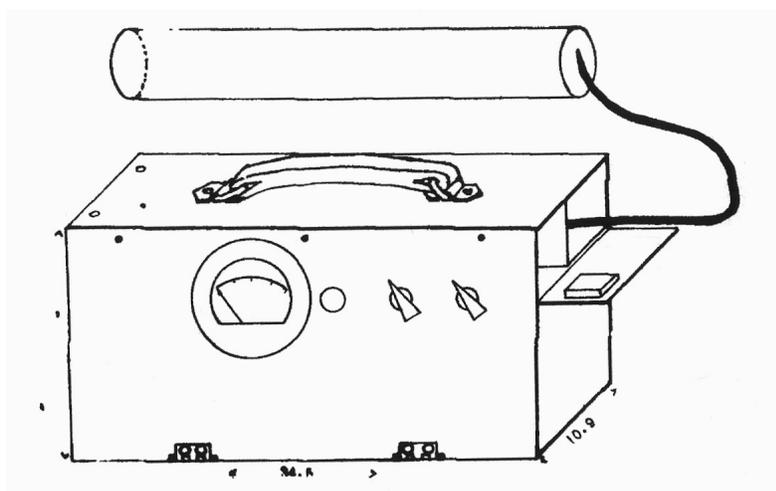
hendibles y en grafito o berilio podrán desarrollarse rápidamente gracias a esta nueva fuente de energía.

Pero para esto será necesario tener centenares de jóvenes técnicos especializados en el campo de la física nuclear no solamente por sus conocimientos teóricos sino también por su educación práctica y habilidad experimental.¹⁸⁶

En la nota se observa el optimismo desbordante en la importancia de la energía nuclear. Destaca su interés en ella como una industria con la peculiaridad de ser altamente competitiva y de crecimiento acelerado. Se confió en el solo hecho de ser poseedores de materiales radioactivos garantizaba el aprovechamiento de la energía nuclear. Sin embargo, no se atedió a aspectos concretos relacionados con costos de infraestructura e inversión tecnológica. En otra parte del texto se habla de la capacitación de los mexicanos en el manejo de los contadores de partículas, saber considerado como indispensable “antes de pensar realizar cualquier proyecto de energía atómica”. Destaca la necesidad de “favorecer la especialización de jóvenes” cubriendo, como puede leerse entre líneas tanto aspectos teóricos como prácticos. Con ello se visualiza una conexión temprana entre la ciencia y la tecnología nuclear. El curso sería ofrecido por F. Richard Foy, constructor de contadores y especialista en radiación cósmica, utilizando uno de tipo Geiger para radiaciones ionizantes y otro para rayos gama y neutrones. Algunas de las lecciones se consagrarían “al estudio de los contadores especiales para los electrones de bajas energías y para rayos X” porque tenían aplicación en la medicina. No se tienen noticias sobre la realización del evento, pero si de que efectivamente F. Richard Foy estuvo en México en el INIC y en cooperación con F. Camarena elaboraron un dispositivo con el objeto de tener una fuente de alta tensión utilizable con cualquier tipo de contadores.¹⁸⁷

¹⁸⁶ Eusebio Castro. “Física Nuclear...”

¹⁸⁷ F. Richard Foy; F. Camarena. “Fuentes de alta tensión para contadores” en *Revista Mexicana de Física*, México, D.F., vol. II, núm. I, 1953, p. 46.



Detector de radioactividad
Revista Mexicana de Física

Gracias a la *Revista Mexicana de Física* se sabe que construyeron un detector de radioactividad. Otro dato más es que la investigación llevó el sello del Instituto Nacional de la Investigación Científica y los originales se recibieron el 15 de diciembre de 1952. El detector se insertó en la reiterada necesidad de descubrir reservas radioactivas en México, en voz de los autores: “Hemos querido construir un aparato portátil capaz de detectar los yacimientos de uranio, que presente a la vez mucha sensibilidad, resistencia mecánica, y cuyo manejo sea seguro y sencillo.”¹⁸⁸ Su trabajo experimental fue presentado en el primer Congreso de Física de la Sociedad Mexicana de Física en la ciudad de Querétaro en abril de 1952. Otra labor desarrollada por F. Richard Foy fue la fabricación de los contadores que se utilizaron para estudios de Radiación Cósmica.¹⁸⁹

¹⁸⁸ F. Richard Foy; F. Camarena. “Detector de Radioactividad” en *Revista Mexicana de Física*, México, D.F., vol. II, núm. I, 1953, p.52.

¹⁸⁹ “El Primer Congreso de Física en Querétaro” en *Revista Universidad de México*. México, D.F., vol. VI, núm. 66, junio de 1952, p. 7.

3.1.2 La instalación del primer acelerador de partículas en México y América Latina

Por lo menos en un principio el Dr. Nabor Carrillo sirvió de intermediario entre W. W. Buechner y el equipo de científicos mexicanos que investigarían con el Van de Graaff. El 24 de septiembre de 1952 W. W. Buechner escribió al Dr. Nabor Carrillo sus “Suggestions regarding a Research for the Van de Graaff Laboratory of the University of Mexico”. En ese momento W. W. Buechner respondía del laboratorio de Ciencia Nuclear e Ingeniería del MIT. El documento empieza: “In considering a research program for the new laboratory, several points should be kept in mind”. Entre las recomendaciones de W. W. Buechner destacan: 1. El que se experimentara con técnicas básicas y que se concentrara en algunos problemas. 2. Que trabajaran con reacciones simples que necesitaban un mínimo de aparatos. W. W. Buechner ofrecía la tesis de F. Ajzenberg¹⁹⁰ al físico Fernando Alba Andrade y mencionaba los estudiosos que Butler había desarrollado.



Dr. Fernando Alba Andrade

¹⁹⁰ F. Ajzenberg trabajó durante años en el laboratorio de Buechner, en su tesis se ofrecía información sobre experimentación e interpretación de datos.

La sugerencia de W. W. Buechner al Dr. Nabor Carrillo fue que se investigaran los niveles de energía (d,n) y las distribuciones angulares del (d,p) y (d,n). Le escribía sobre la importancia de la calibración del Van de Graaff, de los experimentos y lo prevenía de los peligros derivados de la presencia de carbón como contaminante del oxígeno. El científico estadounidense señaló que se debía cuidar el voltaje y potencia exactos para el funcionamiento del aparato. Decía que estaba muy interesado en los progresos de los trabajos, así como en conocer los resultados que se obtuvieran en el laboratorio.¹⁹¹ W. W. Buechner sirvió de contacto entre el Dr. Nabor Carrillo y otros científicos estadounidenses. Por ejemplo, en relación al interés que el Dr. Nabor Carrillo tuvo en las aplicaciones de los radioisótopos en la medicina. Por una carta del Departamento de Física del MIT, fechada el 10 de marzo de 1952, W. W. Buechner esperaba encontrarse personalmente con el Dr. Nabor Carrillo en el mes de abril de ese año incluyendo al Dr. Villarreal para vincularlo con la investigación que se realizaban en este sentido.¹⁹² En relación al funcionamiento del Laboratorio de Van de Graaff debe considerarse que el científico Fernando Alba Andrade fue nombrado Director del mismo teniendo bajo su responsabilidad la formación del equipo que trabajaría con el aparato. El Dr. Nabor Carrillo pensó además en Marcos Mazari, al parecer por su experiencia en la mecánica de suelos. En 1953 Marcos Mazari fue enviado a estudiar al MIT en Estados Unidos, ahí aprendió técnicas magnéticas, de vacío y de aceleración. Marcos Mazari escribe sobre el Van de Graaff:

[...] la partícula más chiquita que manejábamos nosotros se llamaba *arcilla*, y arcilla es toda partícula sólida de dos micras; a eso era a lo que nosotros podíamos asomarnos: cuerpos del orden de dos micras. Sin embargo, la física nuclear ya hablaba de cuerpos infinitamente más pequeños: el átomo, para empezar, que tiene un

¹⁹¹ Cfr. W. W. Buechner. "Suggestions regarding a Research Program for the Van de Graaff laboratory of the University of México". AHUNAM/FNCF, caj. 1, exp. 09, doc. 213.

¹⁹² Carta de W. W. Buechner a Nabor Carrillo. AHUNAM/FNCF. caj. 1, doc. 119, 10 de marzo de 1952.

tamaño de 10 (a la menos 8 centímetros). Carrillo se interesó en conseguir aceleradores para la Universidad. Ya estaba en construcción la Ciudad Universitaria, Graef, Barajas (profesores de nuestra Facultad de Ciencias) y Nabor Carrillo fueron los tres más entusiastas para que hubiera un acelerador de partículas en México, y lo promovieron. En 1950 consiguieron el primer acelerador Van de Graaff para México en la UNAM, y nosotros no sabíamos nada de aceleradores, ni siquiera cómo hacer y medir vacío.¹⁹³

Según Marcos Mazari, retomó de la mecánica de suelos la lección de diseñar y construir el equipo requerido en la investigación, esto mismo lo hizo en la física.¹⁹⁴

Mientras permaneció con W. W. Buechner observó la construcción de un espectógrafo y se decidió a crear uno similar en México. Como los científicos mexicanos recibieron únicamente el Van de Graaff, enfrentaron la necesidad de desarrollar dispositivos y aparatos complementarios para su funcionamiento. A su regreso de los Estados Unidos, el ingeniero Marcos Mazari asumió el cargo de director de investigaciones atómicas experimentales. Entonces se dio a la tarea de emular los diseños estadounidenses salvando la dificultad de tener que compararlos en el extranjero.

3.1.3 El Van de Graaff en la conciencia científica y en la opinión pública

La adquisición del acelerador de partículas Van de Graaff fue un acontecimiento que marcó una nueva época en la conciencia y en el quehacer de los físicos mexicanos. Gracias al Van de Graaff arrancaron los programas de investigación en física nuclear de carácter experimental.¹⁹⁵ El día en que fue inaugurada formalmente la Ciudad Universitaria se pronunciaron varios discursos relacionados con la adquisición del Van de Graaff. En ellos los científicos reivindicaron la ciencia como medio de búsqueda de la verdad y posibilidad de mejoramiento humano. El Dr. Carlos Graef Fernández sostuvo que la edad actual era la edad de la ciencia y de la física. A la que, dicho sea

¹⁹³ Marcos Mazari. *Testimonios...*, p. 53.

¹⁹⁴ *Ib.* p. 54.

¹⁹⁵ José Raúl Domínguez. *Los programas...*, p. 71.

de paso, consideró “la fundamental de las ciencias del Universo”. México había demostrado un gran vigor en diversos campos de la cultura, por ejemplo en la pintura, que era conocida en todo el mundo. Pero en el caso de la ciencia, esta apenas había empezado a desarrollarse.¹⁹⁶ En otro sentido, por palabras atribuidas por Miguel Ángel Cevallos al Dr. Nabor Carrillo, se observa que el ingeniero creía que hacía diez años los términos de protones, neutrones y electrones eran propios del lenguaje científico; pero en ese momento se vinculaban con el destino del hombre de la calle. Posiblemente refiriéndose a la bomba como “fruto terrible de la investigación atómica” expresaba que los científicos habían salido de su rincón tradicional para encarar el asunto con la opinión pública.¹⁹⁷ En una entrevista realizada al Dr. Nabor Carrillo se le preguntó si era posible construir una bomba nuclear en México. El reportero indicó que aunque sabía que se desacertaba, se decía que México quería hacer bombas. El Dr. Nabor Carrillo respondió que era absolutamente imposible su construcción. Defendió como opinión general de los científicos que “no deberían usarse los descubrimientos en el campo de la ciencia para destruir vidas humanas”. Creyó que la culpa de la guerra era en primer lugar de los gobernantes, y enseguida de todo el pueblo que la toleraba, por tanto había que trabajar por la paz y el progreso.¹⁹⁸

3.1.4 Investigación, enseñanza y difusión de la física nuclear experimental en la UNAM

Para el funcionamiento del Van de Graaff también fue necesario que el ingeniero Eduardo Díaz Lozada se capacitara en el cuidado y mantenimiento del acelerador, colaborando con él, Indalecio Gómez, Teodoro Trejo y Luis Soto. Entre los logros

¹⁹⁶ Cfr. “Inauguración del Congreso...”, p. 3-4.

¹⁹⁷ “Algunas Reflexiones...”, p. 4.

¹⁹⁸ Cfr. Miguel Ángel Cevallos. “La investigación...”, p.11.

alcanzados entre 1954 y 1955 por el equipo de científicos y técnicos del laboratorio se encuentran: la construcción de “diversos accesorios para el acelerador”, cámaras de Wilson y un espectrógrafo. Los costos totales del equipo necesario para su funcionamiento fue de \$89 mil 681 pesos y benefició a empresas como Hewlett-Packard, General Radio, Tectronix, S. S. Whithe Dental, Leybold y Zeiss.¹⁹⁹ Cabe mencionar que laboraron en el Instituto de Física otras personalidades como Tomás Brody²⁰⁰ quien investigó la medición de la precipitación radioactiva en nueve estaciones distribuidas en la República Mexicana y Alfonso Fernández quien formaría el Centro de Materiales de la UNAM.²⁰¹ El 11 de octubre de 1954 el Dr. Nabor Carrillo ofreció algunas reflexiones sobre investigación nuclear. Carrillo reconoció que en México se trabajaba “en dos aspectos importantes” de la investigación nuclear. El primero en el Laboratorio de Van de Graaff en la UNAM, en un sentido “científico” y “académico”. El segundo se refería a la respuesta práctica realizada en el Instituto Nacional de Investigación Científica, bajo la dirección de Don Manuel Sandoval Vallarta, con la planeación de una pila nuclear, con fines utilitarios que podría beneficiar al país.²⁰² En relación a la pila nuclear hay otro artículo con dos años de anterioridad que expresa que en el *Primer Congreso de Física* celebrado en Querétaro se habían presentado estudios mexicanos en este sentido. Lo cual permite ver que los recursos humanos de una y otra institución eran esencialmente los mismos (Francisco Medina, Juan Manuel Lozano, Fernando Prieto, Juan de Oyarzábal y Marcos Moshinsky, entre otros).²⁰³ El 13 de mayo de 1957, el Dr. Nabor Carrillo acompañó al Lic. José M

¹⁹⁹ Cfr. José Raúl Domínguez. *Los programas...*, p. 62, 78 89.

²⁰⁰ Tomás Brody (1922-1988). Ingeniero Químico de la Universidad de Lauzana, Suiza e investigador en el Instituto de Física de la UNAM. Realizó estudios sobre lluvia radioactiva en México.

²⁰¹ Fernando Alba Andrade. *Testimonios...*, p. 92.

²⁰² “Algunas reflexiones sobre la investigación atómica. Una conferencia del Rector de la UNAM” en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F., 18 de octubre de 1954, p. 4.

²⁰³ “El Primer Congreso de Física en Querétaro” en *Revista Universidad de México*. México, D.F., vol. VI, núm. 66, junio de 1952p. 7.

Ortiz Tirado al *Symposium Interamericano sobre Energía Nuclear* inaugurado en el laboratorio Nacional de Brookhaven, Upton, Nueva York. La invitación fue extendida por la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos y por el Departamento de Estado. Terminados los trabajos los asistentes visitarían “diversos establecimientos e instalaciones” relacionados con investigación y aprovechamiento de la energía atómica en los E.U.²⁰⁴ Ese mismo año se creó la Comisión Interamericana Especial de Energía Nuclear y hay noticias de la comunicación del Sr. Gerardo Cabrera del Instituto Colombiano de Asuntos Nucleares con el Dr. Nabor Carrillo.²⁰⁵ El Dr. Nabor Carrillo vinculó al Instituto de Física con otras dependencias de la UNAM y procuró convenios entre ésta y Petróleos Mexicanos, la Comisión Federal de Electricidad, la Secretaría de Recursos Hidráulicos y el Ejército Mexicano.



Exposición Nacional de Energía Nuclear/ ININ-CIDN

²⁰⁴ “Energía Nuclear” en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F., núm.20, núm. 114, 20 de mayo de 1957.

²⁰⁵ AHUNAM/Rectoría. 1/314/1957.

Para concluir este apartado conviene recordar que el Dr. Nabor Carrillo estuvo involucrado en el esfuerzo conjunto entre la UNAM y la Comisión Nacional de Energía Nuclear para llevar a cabo la *Exposición Nacional Móvil de Energía Nuclear* y el *VI ciclo del Curso sobre Técnicas Básicas de Radioisótopos e Instrumentación*. El día 16 de marzo de 1960 el Dr. Nabor Carrillo inauguró ambas actividades en la Facultad de Ciencias de la UNAM participando en el acto el licenciado José María Ortiz Tirado, director de la CNEN. El licenciado Ortiz Tirado indicó que en la CNEN se había trazado “un programa nacional para el desarrollo y aplicación de la energía nuclear en México” destacando la educación y la capacitación científica. El funcionario argumentó que de nada serviría la riqueza uranífera del país sin que hubiera personas que supieran como aprovecharla. En el acto informó del uso de una unidad móvil de radioisótopos y fuentes de instrumentación nuclear propiedad del OIEA por un periodo de tres meses. A bordo de ella se correrían diversos centros de estudios superiores en los que había médicos, biólogos, físicos y químicos que hacía 2 años se habían capacitado en la capital. Dijo el licenciado que los profesores llevaron a la provincia cursos similares a los tomados en la ciudad de México “con un gran aprovechamiento” y “formando dentro de sus posibilidades aquellos laboratorios indispensables para llevar a la práctica constante sus conocimientos”. Para ese entonces se habían presentado la exposición y conferencias en los estados de Nuevo León, San Luis Potosí, Guanajuato y Jalisco para continuar por Puebla y Veracruz.²⁰⁶

²⁰⁶ “Exposición nuclear” en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F., vol VII, núm. 18, núm 293, 28 de marzo de 1960, p. 2 y 3.



Unidad Móvil/ININ-CIDN

3.1.5 Nabor Carrillo y las aplicaciones del Van de Graaff

El Mtro. José Raúl Domínguez recupera algunas de las líneas de evolución de los programas relacionados con la energía nuclear en México. El conjunto de éstos solo pueden explicarse con la presencia del Van de Graaff en México.²⁰⁷ Considerando que se trata de un tema ya abordado, este apartado propone datos para la reconstrucción de las aplicaciones del Van de Graaff, incluyendo por un lado, las líneas vigentes a nivel internacional, y por el otro, algunas pistas que permiten rastrear el papel del Dr. Nabor Carrillo en los usos del Van de Graaff en la investigación aplicada. Ahora bien, ¿cuáles fueron los usos que se difundieron tendría el Van de Graaff? En una nota aparecida el 13 de febrero de 1952 se despejó esta pregunta. Se establecieron cuatro aplicaciones básicas del aparato. La primera de ellas consistió en la producción de rayos X a muy altos voltajes; la segunda fue el tratamiento de cáncer; la tercera la

²⁰⁷ Cfr. *Historia de la Física nuclear en México...*, p. 185-200.

aplicación de los rayos catódicos en la esterilización de alimentos; y la cuarta en problemas de biología, en particular de la genética.²⁰⁸

3.1.5.1 Formación de físicos médicos

Otras investigaciones permitirán observar con mayor claridad los tiempos y condiciones que permitieron desarrollar determinadas áreas de investigación. La medicina ligada al tema nuclear posee importantes vetas a explorar. El acercamiento que se tuvo a las fuentes permite reconocer que el Dr. Nabor Carrillo mencionó por lo menos una vez el tratamiento del cáncer vinculado a la energía nuclear. Sin conocer exactamente el papel del Dr. Nabor Carrillo en este asunto, es un hecho que mientras aún era rector de la UNAM se produjo un avance significativo en la capacitación de especialistas en la medicina nuclear. En 1960 se inició el curso de medicina nuclear llamado *Aplicaciones Médica de los Radioisótopos*. En él participaron únicamente quienes tomaron el *Curso de Técnicas Básicas de Radioisótopos e Instrumentación*. También se abrió el *Curso para grado académico en Ciencias Médicas (Radioterapia y Medicina Nuclear)* como esfuerzo conjunto entre la UNAM, a través de las Facultades de Ciencias y Medicina y la CNEN. El curso se impartió en la Unidad de Oncología del IMSS, tuvo como objetivo preparar especialistas en radiaciones ionizantes, así como la formación de profesores e investigadores. Entre los nombres de los investigadores que participaron como conferenciantes y maestros se encuentran los de José N. Limón, precursor de la física médica en México, Jorge Halvas y el físico Juan Manuel Lozano. El curso contó con un temario que incluía aritmética, álgebra, cálculo, fundamentos de física, física de radiaciones, introducción a las radiaciones, radiación natural, radiación artificial, los aceleradores de partículas (entre ellos el ciclotrón, el betatrón

²⁰⁸ “Habrá especialistas...”

y el Van de Graaff), radioisótopos, aspectos de seguridad radiológica (del personal y ambiental). En el segundo semestre se revisaba anatomía patológica, citología exfoliativa, radiodiagnóstico. En el segundo año las aplicaciones médicas de las radiaciones, radioisótopos, radiobiología, hematología, quimioterapia, tumores malignos en ginecología, tumores en cabeza y cuello y en general en el resto de las partes del cuerpo.²⁰⁹

3.1.5.2 Investigación en esterilización de alimentos

En relación a la esterilización de alimentos se sabe por fuentes indirectas de los estudios que se realizaban en el mismo tiempo en otras partes del mundo. Los ensayos desarrollados buscaron *conocer* el grado de inocuidad y esterilización de alimentos. Los objetivos que se tenían para la irradiación de alimentos eran: 1. la producción de alimentos de duración indefinida, 2. la eliminación de organismos peligrosos, 3. el incremento del tiempo de preservación. Como ocurría en otros campos se observó la necesidad de contar con reglamentos sobre alimentos irradiados.²¹⁰

3.1.5.3 Modificación de especies animales y vegetales

El Dr. Carlos Graef menciona que con el Van de Graaff se participaría en un programa mundial, con aparatos semejantes, que tenía por objeto estudiar los niveles de energía de los núcleos del átomo. Además revisarían las alteraciones hereditarias

²⁰⁹ Cfr. Programa para el grado Académico en Ciencias Médicas (Radioterapia y medicina Nuclear). Archivo Histórico del IMSS, p. 19-43. El Dr. Juan Manuel Lozano especifica que se trató de una introducción elemental.

²¹⁰ Cfr. Viena. Organismo Internacional de Energía Atómica. *20 años del Organismo Internacional de Energía Atómica*. Secretaría de Educación Pública, 1977, p. 25, 33, 38, 49.

producidas por el bombardeo de las semillas de maíz.²¹¹ Por su puesto no dejó de contextualizar mencionando que en los Estados Unidos se llevaba a cabo un estudio sistemático de las mutaciones del trigo. En su opinión, las investigaciones arrancarían a mediados del mes de julio de 1952, antes de la ceremonia de dedicación.²¹² El Dr. Nabor Carrillo, reforzó la declaración anterior en una conferencia realizada en la Universidad de Nuevo León, habló de los bombardeos electrónicos sobre animales y vegetales, y de sus consecuencias genéticas que afectarían a varias generaciones.²¹³ Al siguiente año, el día 7 de abril de 1953, el Dr. González Guzmán, Director del Instituto de Estudios Médicos y Biológicos propuso al Consejo Técnico de la Investigación Científica se realizara una investigación entre el Instituto a su cargo y el de Física. El objetivo era obtener fotografías amplificadas de los tejidos que contienen sustancias radioactivas emisoras de rayos Beta. Considerando que si el problema era resuelto se beneficiaría a la investigación y valdría para el buen nombre de la UNAM.²¹⁴ A finales de los años cincuenta el Dr. Nabor Carrillo estuvo al tanto de los trabajos realizados por la Academia Mexicana de Ciencias Agrícolas, a través del Dr. Jesús Uribe Ruiz y los Ing. Espartaco y Ricardo León. En un documento dirigido a la Rectoría el 10 de diciembre de 1959 se le informa al Dr. Nabor Carrillo de un laboratorio y campo de observación ubicado en Tlalpan en el cual se realizaba la “mutación de especies vegetales”. No se puede asegurar que en estos trabajos se aplicaron radiaciones,²¹⁵ ni tampoco que haya existido relación con el uso del Van de Graaff. No obstante se observa una vez más el interés por consultar al Dr. Nabor Carrillo sobre diversos temas científico-tecnológicos. ¿Cuál era el contexto

²¹¹ “La investigación Atómica en la C.U” en *Revista Universidad de México*. México, D.F., [s.f.], p. 10.

²¹² Miguel Ángel Cevallos. “La investigación de la física nuclear en México” en *Excelsior*, México, 22 de junio de 1952, p. 7-C.

²¹³ “Qué la Energía Atómica...”, p. 8.

²¹⁴ “Actas de las Sesiones”. ACIC UNAM. Acta núm. 124, p. 4. *Apud* José Raúl Domínguez. *Los programas...*, p. 79.

²¹⁵ AHUNAM. Rectoría. 1/314/1959.

internacional que privaba en este tipo de investigaciones? Se sabe que en 1961 el OIEA recomendó que junto a la FAO y la OMS se establecieran centros comunes para la experimentación con alimentos irradiados en animales. Por lo menos entre el OIEA y la FAO se estableció una División Mixta de la Energía Atómica para mancomunar fondos destinados a la investigación. Un año después, en 1962 el OIEA en conjunto con la FAO realizaron un estudio en Hungría con cultivos de arroz. Otros trabajos analizaron la aplicación de fertilizantes radioactivos. En 1964 la Asociación Austriaca de Energía Atómica, la Agencia para la Energía Nuclear, (AEN) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, (OCDE) y el OIEA firmaron un acuerdo para ejecutar un programa de investigaciones sobre irradiación de frutas y zumos de frutas en el Centro de Investigaciones Nucleares Austriaco de Seibersdorf. Para 1966 el gobierno de la República Federal de Alemania realizó en Karlsruhe un Simposio Internacional sobre los progresos obtenidos en la irradiación de alimentos con el patrocinio de la OIEA y la FAO. Al año siguiente el Simposio se repitió y en él se describieron siete nuevas variedades de plantas desarrolladas por radiaciones inducidas. Estas fueron: soja de maduración temprana, arroz con mayor rendimiento, duraznos de mayor tamaño y de rápida maduración, trigo de elevado contenido proteínico y crisantemos embellecidos.²¹⁶ En el año de 1964 en la ciudad de Praga se realizó un simposio sobre el empleo de radioisótopos en la nutrición y fisiología de animales. En Grecia se probó la técnica de esterilización en insectos y se aplicó en la lucha contra la mosca del Olivo, en África Central se aplicó la misma técnica en la erradicación de la mosca tsé-tsé y para 1965 se determinaba la viabilidad de erradicar la mosca de fruta del Mediterráneo.²¹⁷ Finalmente, en noviembre del año de 1961 se

²¹⁶Cfr. Viena. Organismo Internacional de Energía Atómica. *Op cit.* Secretaría de Educación Pública, 1977.

²¹⁷*Ib.* p.25, 38, 41, 45.

realizó en la ciudad de México un evento organizado por el OIEA en el que asistieron más de 200 especialistas de Occidente para tratar sobre “el uso de radioisótopos en biología animal y ciencias médicas”. Será interesante conocer de qué manera la investigación genética mexicana determinó diversas variedades vegetales y animales para su estudio y si incluyó proyectos para el control de plagas. Por otro lado, también pueden estudiarse con mayor profundidad los planteamientos divergentes de quienes han defendido esta clase de estudios y de quienes se han mantenido como retractores sobre todo por consideraciones de sus efectos en la salud humana.²¹⁸

3.2.1 La gubernamentalización del proyecto nuclear mexicano

En 1955 por decreto presidencial de Adolfo Ruíz Cortines (1952-1958) se creó la Comisión Nacional de Energía Nuclear, CNEN. El proyecto surgió en la Secretaría de la Economía Nacional contando en su proceso con la cooperación del Instituto Nacional de la Investigación Científica.²¹⁹ Para la organización de dicha Comisión el Secretario de Economía, Lic. Gilberto Loyo, encargó un anteproyecto al ingeniero Leopoldo Nieto quien había regresado de Francia después de estudiar el tema de reactores nucleares. El documento estuvo listo el 1 de febrero de 1956 y fue enviado por solicitud del Secretario de Economía al Dr. Nabor Carrillo con quien de ser posible se entrevistaría.²²⁰ No se sabe si se realizó esta entrevista ni los temas de la conversación. Para el Mtro. José Raúl Domínguez con la creación de la CNEN “los intereses oficiales de México en materia de física nuclear se deslindaron, bifurcándose

²¹⁸ En Europa existe una campaña contra la comida irradiada que aglutina a diversas ONG del continente y de los Estados Unidos que se oponen a su comercialización en países de la Unión Europea. Ver: *The European Food Irradiation Campaign* (<http://www.irradiation.info/index.htm>)

²¹⁹ Se incluyen los nombres de Carlos Graef Fernández, Alberto Barajas y Nabor Carrillo como los redactores del anteproyecto de Ley de la *Comisión Nacional de Energía Nuclear*. Cfr. *Semblanza del Dr. Nabor Carrillo*. p. 13.

²²⁰ Cfr. José Raúl Domínguez. *Los programas...*, p. 106.

la faceta meramente científica que conservó la UNAM y la pragmática, que se canalizaría hacia la Comisión Nacional de Energía Nuclear”.²²¹

3.2.2 Nabor Carrillo y el Centro Nuclear de Salazar

Luego de ser fundada la CNEN se observó la necesidad de contar con un Centro Nuclear donde se avanzara en el manejo de la nucleoelectricidad. En 1963 se creó el Centro Nuclear para la CNEN una de las pasiones científicas del Dr. Nabor Carrillo.²²² En opinión de Marcos Mazari²²³ y Carlos Graef, el Dr. Nabor Carrillo impulsó el Centro Nuclear de Salazar. Supo ver el papel decisivo de la energía nuclear en el mundo y se preocupó por que México no quedara al margen de este desarrollo. Su posición habría surgido de sus visitas a los grandes laboratorios nucleares del extranjero donde se habría forjado en su mente el sueño de crear en México un centro nuclear.²²⁴ El testimonio de un articulista da indicios de que un año antes del decreto oficial para la creación del Centro Nuclear el Dr. Nabor Carrillo y el Dr. Alberto Barajas ya tenían la idea de crear un Centro Nuclear y se entrevistaron con científicos estadounidenses para estudiar reactores diversos.²²⁵ La historia del laboratorio Van de Graaff en CU

²²¹ *Ib.* p. 134.

²²² Enrique Loubet. *Op cit.*

²²³ Marcos Mazari Menzer. *Testimonios...*, p. 57. Efrén C. del Pozo también atribuye a Nabor Carrillo la creación de la Comisión de Energía Nuclear y del Centro Nuclear de México. *Cfr. Semblanza de Nabor Carrillo. Palabras en la ceremonia de develación de la placa que lleva el nombre en homenaje al dr. Nabor Carrillo...*AHUNAM/FNCF, 1975, p. 1.

²²⁴ *Palabras pronunciadas por el Dr. Carlos Graef, 1978.*

²²⁵ Enrique Loubet. “Utilidad del Centro Nuclear”, 25 de julio de 1970, p. 12-A. Este hecho sugiere la pregunta de ¿qué tan comunicados estuvieron estos científicos con el Dr. Manuel Sandoval Vallarta? La respuesta es importante por varias razones: a) Daría más luz sobre las relaciones de poder entre los principales promotores nucleares en México. b) Permitiría rastrear diferencias de visiones sobre el desarrollo nuclear en México. Partiendo de que el Dr. Manuel Sandoval Vallarta había promovido la investigación en reactores, por lo menos desde 1952, además de creer en la necesidad de fortalecer la ciencia en México estimulando su evolución paulatina. Algunas posibles hipótesis son: 1. Que los Drs. Carrillo y Graef no lo informaron sobre sus proyectos de adquirir un reactor para México. 2. Que los Drs. lo convencieron, lo cual resulta difícil de aceptar, 3. Que los estudios y capacidad técnica en México requería de un plazo mayor para desarrollar un reactor. 4. Que los estudios estaban avanzados, pero los Drs. no quisieron esperar un breve tiempo. El Dr. Juan Manuel Lozano sugiere que el Dr. Manuel Sandoval Vallarta y el maestro Alejandro Medina trabajaron por su lado.

parece repetirse en muchos de sus ángulos con la creación del Centro Nuclear en Salazar. El Dr. Nabor Carrillo gestionó nuevamente en la esfera política el apoyo necesario; pero esta vez, al parecer con mayores retos, tuvo que hablar con once ministros antes de que López Mateos se convenciera de que Salazar era un proyecto viable.²²⁶ El Dr. Carlos Graef Fernández dice:

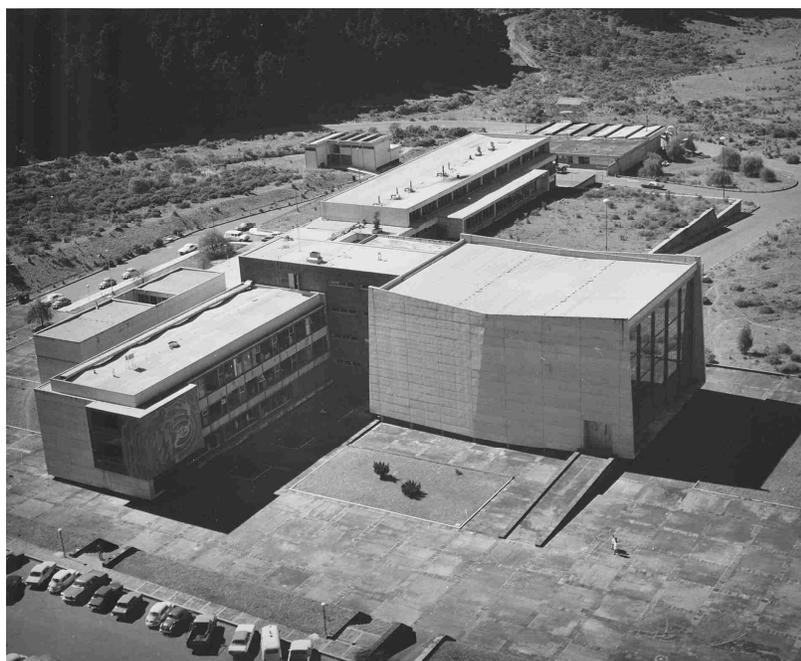
El doctor Nabor Carrillo fué quien pugnó, con su entusiasmo desbordante y su enorme vigor vital, por la construcción del Centro Nuclear. La Comisión Nacional de Energía Nuclear le encargó el hacer las gestiones ante el Gobierno para conseguir el terreno para el Centro, y los fondos para construirlo. Logró convencer al licenciado Don Adolfo López Mateos, entonces Presidente de México, de la necesidad urgente que tenía nuestro país de un Centro Nuclear. Hasta su muerte, acaecida en febrero de 1967, estuvo Nabor Carrillo impulsando la construcción del Centro Nuclear.²²⁷

Los objetivos del Centro Nuclear fueron cuatro: 1) el adiestramiento de personal, 2) la producción de radioisótopos, 3) la investigación científica y tecnológica y 4) el prestigio de México en el campo de la ciencia nuclear. Para su funcionamiento fue necesaria la adquisición de un reactor nuclear. La adquisición fue dada a conocer por los periodistas a la opinión pública: como la verdadera incorporación del país a la “Era” nuclear. De acuerdo con el Dr. Nabor Carrillo, se requería de una inversión de 750 mil dólares equivalentes a \$9, 375, 000. 00 pesos de ese entonces. Lo cual de ninguna manera hizo dudar al Dr. Nabor Carrillo de los beneficios y la rentabilidad de la investigación nuclear en México.²²⁸

²²⁶ Mazari. *Testimonios...*, p. 57.

²²⁷ Carlos Graef Fernández. *Obra Científica...*, p. 511.

²²⁸ “El Reactor Nuclear Quedará Instalado a Fines...”, p. 6.

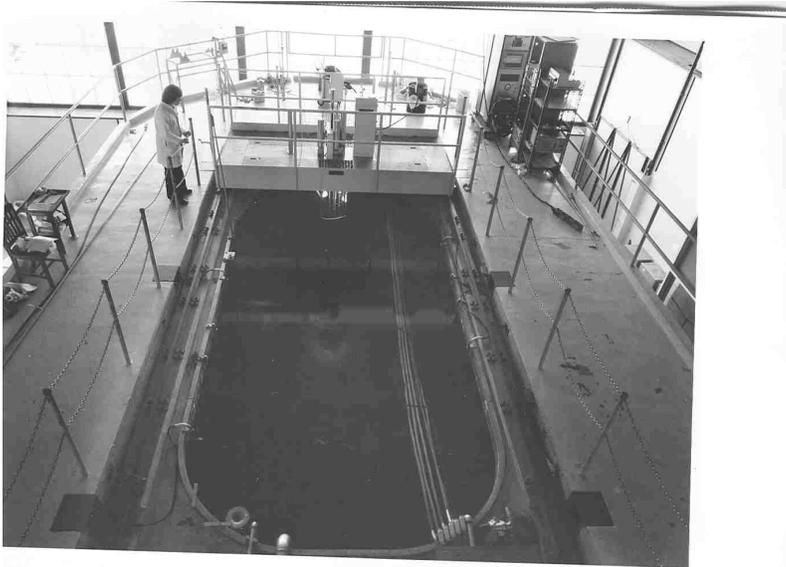


Centro Nuclear/ ININ-CIDN

El reactor que se consiguió para el Centro Nuclear fue de tipo TRIGA MARK III. Además de un acelerador de partículas, de tipo Van de Graaff Tandem de 12 millones de e. v., cuya finalidad era la investigación y la preparación de personal. Algunas piezas como electroimanes, dispositivos como el selector del Van de Graaff u aparatos como dos espectrógrafos fueron construidos por los físicos pertenecientes al Instituto de Física de la UNAM y a la CNEN. Llama la atención que además de los usos ya comúnmente enunciados, la CNEN realizaría “la domesticación del hidrógeno”,²²⁹ concepto que sugiere su manejo y aprovechamiento industrial. Este dato es importante porque sugiere la diversificación de las investigaciones relacionadas con fuentes de energía alternas a la electricidad. Por otro lado, la cooperación entre la UNAM y la CNEN, se estrechó en lo que a sus recursos humanos se refiere. Desde el punto de vista administrativo el Dr. Carlos Graef Fernández fue su primer director, sucedido en 1964

²²⁹ “El Dr. Carrillo, a la Conferencia de Ginebra” en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F., vol. II, núm. 32, 8 de agosto de 1955, p. 3.

por Don José María Ortiz Tirado.²³⁰ Alfonso Mondragón Ballesteros (1932-) se convirtió como otros investigadores del Instituto de Física de la UNAM en asesor científico de la CNEN ofreciendo cursos de matemáticas y física nuclear. Mientras que Marcos Moshinsky participó en un Seminario donde se revisaron temas relativos a la espectroscopia nuclear, reacciones nucleares y polarización.



Reactor nuclear CNEN/ININ-CIDN

²³⁰ Cfr. Carlos Graef Fernández. *Obra Científica*. 512, 513, 515, 518; Marcos Mazari. *Testimonios...*, p. 58-59.

El 20 de octubre de 1964 el embajador británico J. A. Cheetham anunció la donación de un equipo de seguridad para el manejo de material radioactivo en las llamadas celdas calientes del reactor utilizado por la CNEN. En el mensaje dejó ver que Gran Bretaña ocupaba “el primer lugar en la utilización pacífica de la energía atómica” y que sus estudios se encaminaban principalmente a la electricidad y a la agricultura. En noviembre de ese año los científicos mexicanos recibirían adiestramiento en el manejo del equipo. El Dr. Arnulfo Morales Amado reforzó la creencia de que con la creación del Centro Nuclear de México se daban los primeros pasos para “la realización de un programa a seguir en la aplicación de la energía nuclear con fines pacíficos”. Por su parte, el Dr. Nabor Carrillo, quien también estuvo presente, dio las gracias por las atenciones recibidas “cuando visitó recientemente los centros atómicos de ese país”.²³¹ Concluyendo, al terminar su rectorado en la UNAM, el Dr. Nabor Carrillo se preocupó por la creación de un Centro Nuclear en México y por gestionar la adquisición de un reactor nuclear con el cual se capacitara a técnicos mexicanos y se estudiara la producción de energía eléctrica. El Dr. Nabor Carrillo llevó a cabo acciones en tiempo y condiciones que consideró las adecuadas para el desarrollo nuclear mexicano.

3.2.3 Nuevo contexto social y resistencia política al desarrollo nuclear

El Dr. Nabor Carrillo mereció la confianza y el aprecio del presidente Ruíz Cortines pero en las siguientes administraciones se incrementó el grado de dificultad para la gestión de apoyos los programas de energía nuclear.²³² Es claro el hecho de que la posición gubernamental en relación al programa nuclear de la CNEN tuvo un momento

²³¹ “Cooperación Entre México y Gran Bretaña...”, p. 1-4.

²³² Marcos Moshinsky. “Vidas Paralelas...”, AHUNAM/FNCF, [s.n.p.]

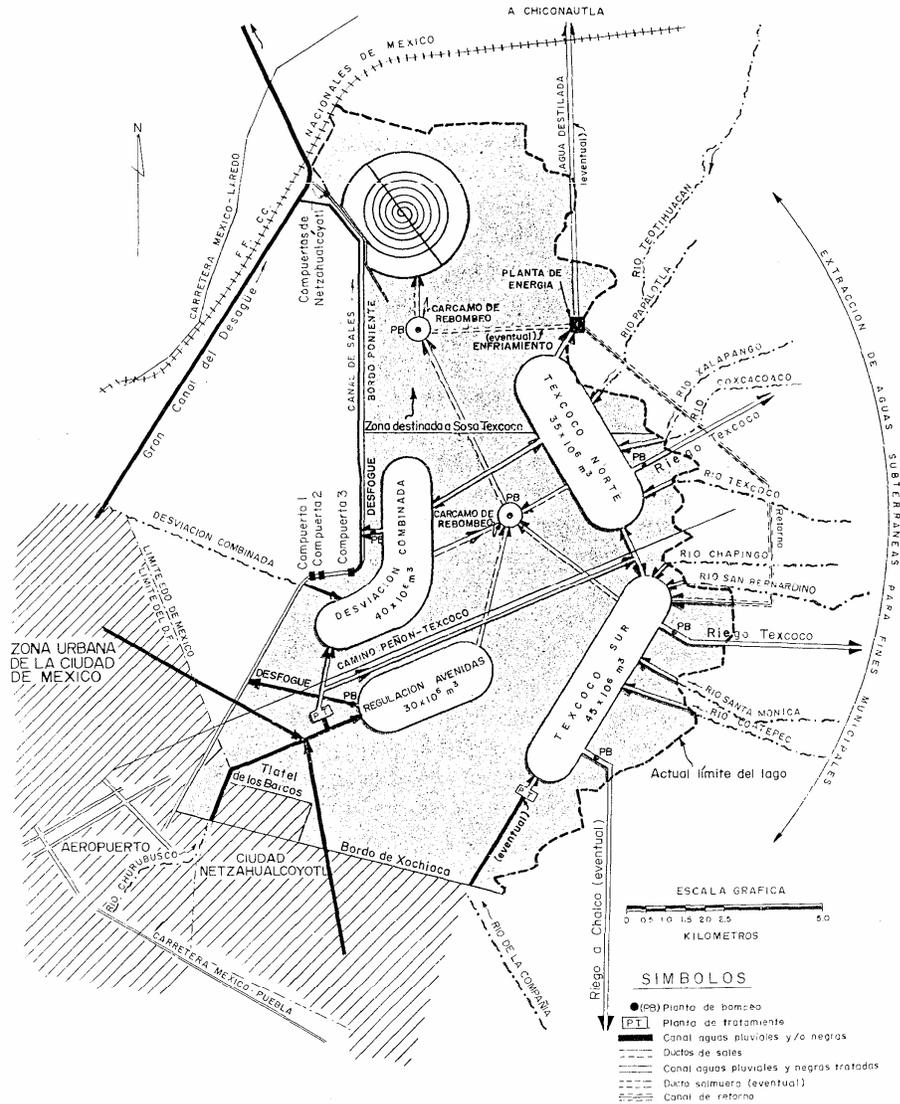
de cambio en 1965. En ese año fue designado el poeta José Gorostiza²³³ como su director lo cual representó un duro golpe para el Dr. Nabor Carrillo.²³⁴ Por una nota aparecida el 14 de febrero se puede observar una de las reacciones ante la designación. El periodista (Ramírez de Aguilar) destacó la falta del perfil para el puesto de Don José Gorostiza dudando de si trataba del “hombre adecuado”. De Aguilar se opuso a la creencia de que la CNEN era un organismo de “membrete” y adujo la preparación y el trabajo del equipo de la CNEN. Por otro lado daba la noticia de que pronto se inaugurarían dieciocho laboratorios en la República para lo cual el organismo requería de “agilidad” en su dirección.²³⁵ El hecho fue que el reconocido diplomático y poeta permaneció en el cargo por un lapso de cinco años.

²³³ José Gorostiza nació en San Juan Bautista, actualmente Villahermosa, Tabasco en 1901 y murió en la ciudad de México en 1973. Fue profesor, funcionario público, diplomático, poeta y dramaturgo; ofreció clases de literatura en la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM en 1929 y de historia moderna en la Escuela Nacional de Maestros en 1932. Es considerado parte de los *Contemporáneos* entre los que se incluyen a: Xavier Villaurrutia, Salvador Novo, Jaime Torres Bodet, Carlos Pellicer, López Velarde y a Enrique González Rojo. Fue jefe del Departamento de Bellas Artes de la Secretaría de Educación Pública, ministro Plenipotenciario y Director General de Asuntos Políticos y del Servicio Diplomático en 1944. Asesor del representante de la delegación mexicana ante el Consejo de Seguridad de la ONU en 1946. Subsecretario (1958-63) y Secretario de Relaciones Exteriores (1964), asumió la dirección de la CNEN en 1965 y permaneció en ella hasta 1970. Formó parte de la Academia Mexicana de la Lengua en 1955 y recibió el Premio Nacional de Letras en 1968. Entre sus obras se encuentran los libros *Canciones para cantar en las barcas* (1925), *Muerte sin fin* (1939), *Poesía* (1964), *Prosa* (1969) y el poema *La declaración de Bogotá* (1948) siendo considerado un escritor profundo pero poco prolífico. Los temas comunes en sus composiciones fueron el amor, la vida, la muerte y Dios. Mientras estuvo a cargo de la CNEN, Carlos Graef Fernández ocupó la dirección del Centro Nuclear de Salazar.

²³⁴ Cfr. Vélez Ocón. *Cincuenta Años de Energía Nuclear en México, 1945-1995*. México, UNAM-Programa Universitario de Energía-Coordinación de Vinculación, 1997. (Documentos de análisis y prospectiva del programa universitario de energía).

²³⁵ Ramírez de Aguilar. “Agenda de un reportero...”, p. 4-A.

Capítulo 4



LOCALIZACION DE LOS LAGOS PROPUESTOS

Proyecto Texcoco a finales de la década de 1960

LA PARTICIPACIÓN DE NABOR CARRILLO EN DIVERSOS PROYECTOS RELACIONADOS CON LA ENERGÍA NUCLEAR

En este capítulo se revisarán algunas de las perspectivas energéticas que llamaban a invertir en tecnología nuclear con el fin de garantizar el abasto de energía y mantener el ritmo de crecimiento y desarrollo de los pueblos. La atención se centra en proyectos relacionados con energía nuclear, tanto para la generación eléctrica, como para su aprovechamiento en otras áreas entre las que se pueden mencionar la medicina, la agricultura y la ingeniería.

4.1.1 Perspectivas energéticas en el mundo

De acuerdo con Gerhard Löwenthal y Josef Hausen la energía nuclear se vio como una fuente adicional al carbón, el petróleo, el gas natural y la fuerza hidráulica con las cuales se generaba electricidad. Se entendía que la energía era indispensable para abastecer la industria, los transportes, las oficinas y los hogares, en pocas palabras, para satisfacer las necesidades modernas. La opinión era que “mientras más adelantado industrialmente está un país, mayor se hace su demanda de energía” y que “el desarrollo económico de una nación depende pues, en primer lugar, de su consumo energético”,²³⁶ ambas premisas son actualmente convenciones en materia energética y de seguridad nacional.²³⁷ En su estudio tratan del consumo humano de calorías y de la

²³⁶ Gerhard Löwenthal; Josef Hausen. *Viviremos mediante los átomos...*, p. 70.

²³⁷ Los estudios sobre energéticos, por lo general, se centran en el papel del petróleo en la economía, y casi todos ellos consideran un conjunto de variables, entre las que destacan: los recursos naturales, sus formas racionales e irracionales de aprovechamiento, el crecimiento poblacional, el crecimiento urbano y el desarrollo industrial. Jean-Marie Cfr. Russell, W. Peterson. “Tecnologías energéticas para el Tercer Mundo” en *Simposio de la ciencia y la*

energía que un país requiere, estableciendo distancias entre el consumo de un país con “muy poca o ninguna gran industria” y los países industrialmente desarrollados. Considerando que los pronósticos mundiales sugerían el crecimiento poblacional e industrialización la conclusión que plantean es el agotamiento de los energéticos no renovables, como el carbón, así como la consecuente “búsqueda de nuevas fuentes de energía”. No se necesita suponer mucho cual fue la nueva fuente de energía que se veía como potencial por sus relaciones entre cantidad y calidad. Los autores presentan comparativamente el rendimiento de una termoeléctrica y un reactor nuclear. Para el primer caso se empleaban 35,000 toneladas de carbón para obtener una producción de 100 millones de kilovatios-hora. Mientras que para el segundo, conseguir la misma cantidad de energía requería únicamente de 35 kilos de uranio.²³⁸ Los autores presentan también estimaciones de los requerimientos energéticos mundiales en los próximos 25 o 30 años. Es decir, que si el libro se publicó en 1958 sus datos alcanzarían los años de 1983 y 1988. El tiempo de duración de los energéticos dependía del crecimiento de las tasas de demanda ubicadas entre un 2% y un 3% anual. Sujeta a una demanda de 2% las reservas durarían en el 2025 sólo trescientos años más, a una tasa de 3% solo durarían ciento veinte años. Si se reemplazaran las centrales eléctricas por centrales nucleares el ahorro sería del orden del 20% del consumo de carbón, gas y petróleo. Sin embargo, los autores preveían que la importancia que los núcleos atómicos alcanzarían “en el futuro como fuente de energía depende del capital necesario para el montaje de las

tecnología. p. 91-102. Robert Bent Lloydorn, (Ed.) *Energy , Science, Policy, and the Pursuit of Sustainability*. Washington, Indiana University-Institute for Advanced Study, 2002.

²³⁸ Cfr. Gerhard Löwenthal; Josef Hausen. *Op cit.*, p. 70-72.

instalaciones y del coste de funcionamiento de las mismas”. Los autores mostraban que tanto en los Estados Unidos como en Inglaterra la energía nuclear era ocupada para cubrir las “propias necesidades” en los talleres, laboratorios y viviendas del personal de los centros de investigación. Reconocían que el costo de la central rusa era más elevado que el de las centrales normales de igual importancia. Se remite a publicaciones científicas y técnicas estadounidenses sobre el pronóstico de que los costos de producción en las centrales nucleares, los cuales disminuirían hasta el punto de la “eficaz competencia” con centrales convencionales. No obstante, la debilidad de los proyectos nucleoelectrónicos estaba en la defensa contra las radiaciones y la eliminación de la basura nuclear, dos factores que influirían desfavorablemente, en el cálculo de las instalaciones.²³⁹

²³⁹ Respecto a los desechos radiactivos en general, y de las plantas nucleares en particular, se presenta una breve síntesis para el caso mexicano. El manejo de sustancias y desechos radioactivos (cualquier material del que no se tenga previsto uso alguno y que contenga o esté contaminado con radionúclidos -emisores de rayos gamma-) ha requerido de conocimientos para la reducción de riesgos. Lo anterior abarca no solo la vida de las y los científicos que se encargan de su estudio, sino del personal técnico, la comunidad y el medio ambiente. Como se observa en este ensayo, por lo menos en teoría, el interés por la seguridad radiológica estuvo presente en la Comisión Nacional de Energía Nuclear desde su fundación. En lo que al manejo de desechos se refiere, a juzgar por la literatura de los años sesenta, era una práctica común encapsular los desechos radiactivos, para ello se utilizaban tambores de acero que se rellenaban con concreto para su posterior depósito en el mar. La información de la que se dispuso no permite conocer cómo se resolvió en México el manejo de desechos radiactivos desde principios de la década de los años cincuenta y hasta finales de la década del setenta. Es probable que en México la producción y almacenamiento de desechos radioactivos iniciara una nueva fase con la adquisición del reactor del Centro Nuclear (habría que considerar como previo el manejo de sustancias provenientes de hospitales sobre todo utilizadas en rayos X). Un rastreo de los cementerios nucleares en México lleva a los años de 1995 y 1998 en los que trascendió a la opinión pública la denuncia de algunos vecinos de San Juan Teacalco, municipio de Temascalapa, Estado de México en relación a casos de malformaciones genéticas, hidrocefalia, muertes neonatales, parálisis cerebral que relacionaban con la contaminación derivada de un tiradero nuclear dependiente del Instituto de Investigaciones Nucleares (la Secretaría de Salud minimizaría el hecho). No se cuenta con información que indique que el ININ entierre en este mismo lugar los desechos de la investigación que realiza, tampoco que se depositaran en él desperdicios de la Central Nuclear Laguna Verde que entró en operaciones el 14 de abril de 1990 en el Estado de Veracruz. La fecha de apertura del depósito se ubica alrededor de 1978 y se sabe que en 1984 fueron a parar ahí alrededor de 90 toneladas de varillas contaminadas. Esta historia que evidencia algunos huecos de la protección radiológica comenzó en 1977 cuando un hospital privado en Ciudad Juárez, Chihuahua introdujo ilegalmente al país un aparato para tratamiento de cáncer, años después fue vendido a un deshuesadero (Yonke Fénix)

Los progresos de los países pequeños, entre los que se incluye sobre todo a los pobres, avanzarían lentamente en la creación de una industria basada en la energía nuclear. Se manejaba una ecuación simplista, (ver anexo 4) en el que los países cambiarían positivamente al introducir cambios en la producción energética.²⁴⁰ Puede observarse que este modelo de desarrollo carece de integralidad y no considera los contextos nacionales e internacionales (económicos, políticos, sociales y culturales) que favorecen el cultivo de la ciencia y la tecnología.

conteniendo cobalto 60 que contaminó ciertas cantidades de hierro. El material fue adquirido por una fundidora (Aceros de Chihuahua) que fabricaba varillas comercializándose en muchos estados del país (Chihuahua, Sonora, Baja California, Sinaloa, San Luis Potosí, Zacatecas, Guanajuato, Morelos, Hidalgo, Nuevo León, Coahuila, Querétaro, Tamaulipas, Durango, Baja California Sur y Aguascalientes). Las varillas fueron descubiertas en 1984 cuando los censores del Laboratorio de Los Álamos, Nuevo México, Estados Unidos registraron altas cargas radiactivas al paso de un camión procedente de México con 30 toneladas de varillas. Entonces las autoridades estadounidenses se dieron a la tarea de recolectar la varilla que ya se había vendido en algunas ciudades del país y se alertó al gobierno de México y a la fundidora. Sólo se recuperó una parte del total de la varilla, se calcula que por lo menos 10 mil toneladas quedaron diseminadas en México. Otra parte del material (aproximadamente cinco mil toneladas) se llevó y dejó a la intemperie en Samalayuca, sur de Ciudad Juárez, Chihuahua. En 1993, después de varias denuncias, fueron sepultados nueve tinacos con material contaminado. Trece años después, el 5 de septiembre de 1997, el Diario Oficial de la Federación estableció como norma que ese material tenía que permanecer aislado. Hay riesgos de que se hayan contaminado mantos freáticos de la región por manejo inadecuado y se alerta de irregularidades en la falta de vigilancia. El 7 de abril de 1998 el pleno de la 57 Legislatura federal hizo un llamado al país para construir nuevos cementerios para estos desechos con las medidas técnicas necesarias para la protección del entorno. Dado que ha concluido la vida útil del cementerio nuclear del Estado de México, se ha propuesto la construcción de un nuevo depósito en Zacatecas (Héctor René Vega Carrillo/ Secretario Académico de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ). El proyecto sería presentado al presidente Felipe Calderón. El objeto sería recoger los desechos, sobre todo, de hospitales de los estados, los residuos de la planta nucleoelectrónica de Laguna Verde, y de una más que se encuentra entre los planes de la SENER, teniendo una vida útil de hasta 40 años. Cabe señalar que se discute seriamente a nivel internacional sobre los riesgos del manejo de la basura nuclear. Se muestra que representa un peligro para la seguridad nacional y la paz en el mundo, ya que algunos desechos pueden ser utilizados para la fabricación de bombas nucleares. Por otra parte, son posibles los accidentes durante el almacenaje, la transportación y el entierro de los materiales ocasionando la liberación al medio ambiente de grandes cantidades de radiación por lo que son indispensables severos controles que difícilmente los países pobres del mundo pueden realizar en forma. Actualmente una de las soluciones con mayor respaldo para el manejo de desechos radioactivos es la construcción de depósitos geológicos.

²⁴⁰ Gerhard Löwenthal; Josef Hausen. *Op cit.*, p. 78, 80, 83, 85, 88 y 89.

4.1.2 Nabor Carrillo y los energéticos en México

Con un panorama que urgía a encontrar fuentes alternativas de energía al carbón petróleo, cabe pensar en la relevancia de los proyectos en energía nuclear. El 23 de octubre de 1963 el Dr. Nabor Carrillo presentó una ponencia en la Facultad de Ingeniería de la UNAM sobre el tema de los “átomos bélicos y pacíficos”, en ella estuvieron como invitados los Drs. Carlos Graef Fernández y Alberto Barajas. El Dr. Nabor Carrillo trató sobre cómo debía ser utilizada la energía nuclear antes del agotamiento de las reservas de carbón y petróleo en México. Se reiteró que en la UNAM se realizaban investigaciones en materia nuclear y que en el año de 1964 se iniciarían “exhaustivos trabajos para la utilización de radioisótopos artificiales, que serán de provechosa aplicación en la ciencia y en la técnica”. Dos días después, el 25 de octubre de 1963, el Dr. Nabor Carrillo amplió en una entrevista para el periódico *Excelsior* sus ideas expuestas en Ingeniería. Sabía de la ecuación realizada por el profesor Homi Jehanjir Bhabha (1909-1966), quien había inventado el valor “Q”:

[...] que equivalía a 33 mil millones de toneladas de carbón. Y sostuvo que desde el principio de la Era Cristiana hasta mediados del siglo XIX, el mundo había consumido nueve “Q”, es decir menos de media “Q” por siglo.

Pero, a mediados del siglo pasado [todavía refiriéndose al XIX], gracias al descubrimiento del petróleo, el promedio del consumo era de una “Q”. Y en la actualidad aumentó a diez “Q” por siglo, o sea más de veinte veces lo consumido en cualquiera de los dieciocho siglos anteriores.

El profesor Homi Jehanhir Bhabha presentó en 1955 una estadística sobre fuentes de energía en la ciudad de Ginebra, de acuerdo con sus datos, las reservas de combustibles fósiles durarían entre 40 y 100 años

aproximadamente. Para el Dr. Nabor Carrillo las reservas de uranio eran 23 veces mayores a las de petróleo y carbón con lo cual estimaba que alcanzarían hasta por 400 años.²⁴¹ Para el ingeniero los combustibles nucleares que permitían presiones y temperaturas que “nunca habían existido” se constituían como una opción al agotamiento de los energéticos.²⁴² Cabe señalar que las predicciones no se cumplieron, entre otras cosas por el descubrimiento de yacimientos petroleros y su explotación a mayores profundidades. Sólo como un dato de interés se sabe que para su tiempo ya se realizaban estudios para el aprovechamiento de la energía solar con fines de generación eléctrica.²⁴³ El 12 de agosto de 1964 el Dr. Nabor Carrillo presentó una conferencia ante el *Club Rotario* de la ciudad de México. De acuerdo con la nota, el Dr. Nabor Carrillo creía que el petróleo se desperdiciaba al utilizarse como combustible cuando tenía muchas posibilidades más que debían ser aprovechadas con la petroquímica. En el evento estuvieron el Dr. Carlos Graef Fernández, John H. Stein, Alfonso Orozco Ibarra, Enrique Fernández Pons, presidente del Club, McNeil S. Stringer, Jr. Fernando Aguilar Yarza y el doctor Jorge Ludwlo, entre otras personalidades.²⁴⁴ La nota fue cubierta por diferentes diarios de circulación nacional, en el periódico *Excelsior* se menciona que el científico mexicano dijo:

²⁴¹ Estos datos fueron divulgados en varias conferencias. *Cfr.* “Grandes problemas energéticos del mundo”, p. 7.

²⁴² Enrique Loubet. *Op cit.*, p. 10.

²⁴³ En el año de 1962 el ingeniero Jesús Martínez Guerrero adscrito a la UNAM realizó un experimento seguido por la prensa en el que se mostró la transformación de energía solar en eléctrica a través de una máquina diseñada y construida por mexicanos. El experimento llamó la atención de los señores Héctor Rivera y Roberto Pérez Rodríguez, presidente y gerente respectivamente de la Cámara Nacional de la Industria Electrónica y de Comunicaciones Eléctricas. *Cfr.* AHUNAM/Fondo Universidad, Sección Rectoría, Consejo de Ciencias, 1/040/19621/caj. 22, exp. 250, doc. 6343.

²⁴⁴ “Grandes problemas energéticos del mundo”, p. 7.

[...] la energía atómica es el camino para satisfacer racionalmente las necesidades humanas. No hay que pensar en la energía atómica como en un sustituto de la electricidad, porque ese fue el error que se cometió en lo pasado. Se pensó que el petróleo no lograría sustituir nunca al aceite de ballena para el alumbrado, porque las ballenas son un recurso natural renovable y el petróleo no, y no se pensó que el petróleo iba a servir no solo para alumbrar, sino para mover motores de combustión interna para lo que nos ha dado la petroquímica y para provocar una revolución en el mundo y que, a la postre, ni el petróleo ni el aceite de ballena se usaran en el alumbrado, pues ambos fueron desplazados por la electricidad.²⁴⁵

El Dr. Nabor Carrillo se mostró seguro de poder atender el reto de aprovechar el reactor para producir energía barata y proveer de agua potable. Para el científico, México contaba con “un grupo de jóvenes que se han venido preparando” que podrían resolver las necesidades de los siguientes años.

4.1.3 Uso de la bomba nuclear en la construcción de canales interoceánicos

Ligado a la ingeniería civil y no a la física nuclear experimental, el Dr. Nabor Carrillo consideró la aplicación de la fuerza nuclear en la construcción de canales. Una nota periodística aparecida el 10 de noviembre de 1964 permite saber que el Dr. Nabor Carrillo participó en el *VII Congreso sobre Cimientos Profundos* con un trabajo titulado: “La energía atómica y la mecánica de suelos”. En primer lugar habló de las diferencias de costo de la modernización del Canal de Panamá utilizando métodos tradicionales y bombas nucleares. El manejo de las bombas tendría un costo de entre 2, 280 millones de dólares a 680 millones (entre el 5 y el 10% de la inversión) y se le vio como un método

²⁴⁵ “Nabor Carrillo Habló Ante Rotario...”. El Dr. Juan Manuel Lozano puntualiza que esta afirmación no es del todo exacta ya que las termoeléctricas utilizan carbón y petróleo.

más rápido y “sin peligro de contaminación radiactiva”.²⁴⁶ El tipo de bombas requeridas eran de 10 Kilo-toneladas con un costo de 350,000 dólares, así como de 2 megatones con un costo de 6000,000 dólares. La técnica consistía en perforar aproximadamente 200 metros, introducir la bomba y hacerla detonar, con la explosión se crearía la cavidad, mientras que en el desplome las rocas sepultarían “la materia contaminada de radiactividad”.²⁴⁷ La potencia de la bomba podía aumentarse 10 veces alcanzando una potencia de 100 kilotoneladas con un costo adicional de 1000,000 dólares. De acuerdo con el Dr. Nabor Carrillo eran 35 las “rutas o proyectos sometidos a estudio de costos y posibilidades de construcción”. En México hacer un canal en el Istmo de Tehuantepec requería de una inversión de 2, 270 millones de dólares. En Nicaragua, siguiendo la ruta Grayton-Salinas se fijaba en 1,850 millones de dólares, mientras que en Colombia siguiendo la ruta Tivando se requerían de 1,210 millones de dólares.²⁴⁸

²⁴⁶ Antonio Ortega. “Nabor Carrillo Expuso su Plan Para Construir Otro Canal Interoceánico...”, p. 5A-19A. Miguel Bueno. “Dos triunfos”. AHUNAM/FNCF, (s.f.) Menciona el concepto de “bombas limpias” como una de las aplicaciones de la energía en “explosiones controladas” con fines constructivos.

²⁴⁷ Resulta increíble que el Dr. Nabor Carrillo se haya equivocado rotundamente en este sentido, pero sorprende aún más que los planes continúen con cierta vigencia. El aumento del tránsito marítimo ha llevado a algunos sectores nicaragüenses a proponer planes para un canal interoceánico utilizando bombas nucleares.

²⁴⁸ En una nota se menciona que los usos explosivos de la energía nuclear eran estudiados por el *Proyecto Plowshare*. Como parte de éstos se incluía “deepening the Straits of Gibraltar or opening up the Sierra Nevada passes”. No se sabe si la propuesta del Dr. Nabor Carrillo tuvo algún tipo de relación con el proyecto mencionado. Cfr. “Seaborg Depicts Atom Era in 80’s”.



El Canal de Panamá en la actualidad

4.1.4 Zonas áridas y plantas desalinizadoras de agua

En el capítulo 2 se dijo que el Dr. Nabor Carrillo promovió, tomándose como un primer referente, desde 1948, los estudios de las zonas áridas. Más información al respecto se obtuvo de una entrevista realizada el 11 de agosto de 1964, a su regreso de Nueva York. En ella el Dr. anunció que México buscaría los medios para la desalinización del agua de mar, acelerar el desarrollo de las zonas áridas y tener una abundante producción agrícola. El 25 de ese mes, el Dr. Nabor Carrillo saldría junto con una comisión de la CNEN rumbo a Ginebra. En el texto, se da por hecho que se podía utilizar el agua de mar. La misión implicaba 3 aspectos. Primero, se trataría de adquirir “unas plantas desalinizadoras del agua de mar”; segundo se estudiaría su funcionamiento; y tercero, se determinaría si era o no costeable su importación a México.²⁴⁹ El Dr. Nabor Carrillo menciona, al parecer sin mucha presión, que estaban “muy adelantados los estudios referentes a la futura

²⁴⁹ “Busca México los Medios Para Desalinizar el Agua”..., p. 4.

construcción, en México de otro reactor atómico o planta [...]” que tendría dos objetos. Primero, desalinizar agua de mar para abastecer núcleos urbanos, así como su aprovechamiento en la agricultura en las zonas áridas. Y segundo, la producción de energía eléctrica con capacidad de 500, 000 Kilowatts. Con lo cual se requeriría de una inversión de 100 millones de dólares equivalentes a 1,250 millones de pesos mexicanos. En este sentido México tomaría las providencias para responder a la falta de agua a nivel mundial.²⁵⁰ Para 1965 los Drs. Nabor Carrillo y Carlos Graef viajaron a la ciudad de Viena, Austria a una reunión celebrada del 5 al 9 de abril en la sede del OIEA. El redactor del informe fue Tomás Gurza quién los acompañó para atender asuntos de la CNEN. El viaje incluyó la visita a otros países como Francia, Inglaterra, Israel y los Estados Unidos. La primera relación del trabajo se fechó los días 30 de marzo a 3 de abril y consistió en la visita a la Potasse et Engrais Chimiques, (PEC). De este viaje se sabe que el día 13 de junio de 1959 se había firmado un contrato para llevar a cabo un estudio relativo a una planta de tratamiento de uranio. Se había pactado la entrega de muestras del material radioactivo a la compañía francesa, pero estas llegaron casi 5 años, después de lo acordado. Los franceses mantuvieron las condiciones originales del contrato y el 19 de noviembre de 1964 enviaron un informe al gobierno mexicano con los lineamientos para el tratamiento del metal. Se esperaba que en junio de 1965 arribara a México una misión de ingenieros franceses, dos de ellos químicos, que intercambiaría impresiones con especialistas mexicanos y visitaría la mina de “La Preciosa” en Durango. Posteriormente, se licitaría el permiso para la

²⁵⁰ Oscar del Rivero. “Isótopos Radiactivos...”, p. 7. Otro texto en el que el Dr. Nabor Carrillo se refiere a los usos de los reactores tanto para la generación eléctrica como para el mejoramiento de la agricultura a través de los sistemas de riego es: “El Dr. Carrillo, a la Conferencia de Ginebra” en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F., vol. II, núm. 32, 8 de agosto de 1955.

construcción de la planta de tratamiento. Cabe señalar que la delegación mexicana contó con la asesoría gratuita de Francis Perrin, Alto Comisionado de la Energía Atómica de Francia. Sucedió que durante su estancia en París personal del Banco Nationale Pour le Commerce et l'Industrie se enteró de la participación en Viena de la delegación mexicana que presentaría el proyecto Texcoco. Entonces se les envió una invitación a comer, misma que fue aceptada, en la reunión se discutió el asunto teniendo como resultado que el presidente del Banco “ofreció, sin habersele solicitado todo el financiamiento que fuera requerido por el proyecto”. El ingeniero Bernardo Quintana, director General de ICA, que no se sabe exactamente como llegó a Francia, excepto que manejaba ya dos proyectos financiados por el banco, también participó en el encuentro. De ahí que se mostrara impresionado por “la forma espontánea en que [los banqueros franceses] ofrecieron apoyo económico ilimitado en un proyecto atómico tan avanzado en concepción cuando para los proyectos de tipo convencional como los del Ferrocarril [Chihuahua-Pacífico] y de la Presa [“El Infiernillo”] mencionados anteriormente, emplearon más de un año y medio en estudios y negociaciones”.²⁵¹ Existirían algunas posibles respuestas a esta actitud, la primera sería que los prestamistas consideraron obtener considerables intereses de la inyección a proyectos nucleares, y que estos no se comparaban con los ofrecidos a rubros “convencionales”. La segunda pudo ser el prestigio internacional del Dr. Nabor Carrillo como uno de los grandes especialistas en mecánica de suelos; y quizá una tercera, las buenas relaciones que supo establecer desde hacía años con actores clave del

²⁵¹ México, Comisión Nacional de Energía Nuclear. *Informe Confidencial. Quinta Mesa redonda sobre el uso de la energía nuclear en la conversión de agua salada. Viena, Austria 5-9 de abril de 1965 en la sede del OIEA, 1965.* CIDN, Energía Nuclear. México, CNEN-Desalinización, núm. 1, p. 1-5.

desarrollo nuclear a nivel internacional. Una vez en Viena la delegación mexicana participó en la Quinta Mesa Redonda sobre el Uso de la Energía Nuclear en la Conversión de Agua Salada. Dicha reunión fue cerrada a los periodistas y público en general contando solo con la participación de algunos invitados especiales. La mesa redonda tuvo por objeto reunir a los países que tenían planes de llevar a cabo proyectos de desalinización, así como aquellos con capacidad para la construcción de los equipos necesarios. En total asistieron 39 delegados además de dos representantes de la ONU y del OIEA. Los países con delegación fueron: Australia, Bélgica, Canadá, Francia, República Federal Alemana, Grecia, Israel, Italia, México, España, Suecia, Túnez, República Árabe Unida, Gran Bretaña, la URSS y los Estados Unidos. Como puede observarse, México y España fueron los únicos países de habla hispana representados en el acto. En las sesiones de trabajo se revisaron las diferentes técnicas de desalinización y se detectó que Gran Bretaña era el país con mayor avance en la construcción de equipos. Por su parte, el OIEA presentó su agenda al respecto y se dio paso a la revisión de experiencias específicas de trabajo a nivel internacional. El Dr. Nabor Carrillo expuso el proyecto Texcoco, y al concluir, recibió fuertes aplausos y una serie de preguntas al respecto. En otro momento el representante inglés le externaría el interés de su gobierno por apoyar a México en la adquisición de un reactor y en los estudios técnicos para concretar la iniciativa. Por supuesto, el ofrecimiento no fue visto con agrado por los representantes franceses ni estadounidenses quienes lo consideraron como “egoísta”. El Dr. Nabor Carrillo ya con una larga trayectoria en las relaciones externas, tanto en los organismos internacionales, como por su gestión como rector de la UNAM

habían generado una importante experiencia en la discrecionalidad y consecución de las metas. En el informe se reconocían los beneficios que resultaban de: “organizar comidas o cenas íntimas, en las que sólo se invitaba en cada ocasión a los miembros más destacados de las delegaciones que interesan a México”. Tomás Gurza decía que este contacto personal permitía “no sólo entablar relaciones directas con las personas de interés, sino que también dan lugar a que se discutan con mayor franqueza asuntos que resultarían inadecuados al ser tratados públicamente en las sesiones de trabajo.”²⁵² En dicho tenor, el Dr. Nabor Carrillo agasajó a altos funcionarios de las delegaciones estadounidense, británica, francesa y al secretario científico de la mesa redonda (Michel de´Crival, OIEA). Entre ellos estuvieron aquellos relacionados con los programas nacionales de energía nuclear e inversionistas privados. El día 6 de abril se dio una reunión exclusiva entre representantes del OIEA (G. A. Yagodin, D. G. Hurts, M. A. Khan, M. de´Crival) estadounidenses (F. K. Hefner, C. F. MacGowan, W. A. Williams, W. L. Yeomans) y mexicanos (Drs. Nabor Carrillo Flores, Carlos Graef Fernández y Tomás Gurza). En ella el Dr. Nabor Carrillo dijo tener “la autorización del gobierno de México para que se forme el grupo de estudio relacionado con los proyectos para una planta de doble propósito” es decir, generar energía eléctrica y desalinizar agua de mar beneficiando a México y a los Estados Unidos. Los resultados fueron que el gobierno mexicano enviaría una carta al OIEA aceptando los términos de la conformación del grupo de estudio. Al recibirla el OIEA remitiría comunicación a los gobiernos involucrados para conformar el equipo de estudio. El OIEA establecería el tipo de datos que el

²⁵² *Ib.* p. 14.

equipo debía presentar en un plazo aproximado de dos meses.²⁵³ Es probable que al finalizar los trabajos en Viena se dirigieran a Israel ya que su viaje a los Estados Unidos lo realizaron del 22 al 29 de abril de 1965. En los Estados Unidos se desdibuja un poco la participación del resto del equipo, sólo se sabe que el Dr. Nabor Carrillo ofreció dos conferencias en la Universidad de Harvard, una dedicada al hundimiento de Long Beach y otra a la presentación del proyecto Texcoco. Su profesor Arthur Casagrande le envió junto con su hermano Leo algunos comentarios parciales entre los que destacan que:

1. El “Proyecto Texcoco” es uno de los proyectos de ingeniería civil más fascinantes con que nos hemos encontrado a lo largo de nuestro ejercicio profesional, y algún día será seguramente agregado al número I de las maravillas de este mundo

Como se verá en los párrafos siguientes, Casagrande se interesó por los estudios de viabilidad del proyecto. Otra actividad desarrollada por el Dr. Nabor Carrillo en los Estados Unidos fue su visita a la Comisión Atómica de los Estados Unidos. Es relevante que asistiera convidando al Dr. Manuel Sandoval Vallarta “quién en esas fechas se encontraba en Washington asistiendo a un Congreso de Física”.²⁵⁴ El Dr. Manuel Sandoval Vallarta aceptó y debió escuchar la presentación del proyecto Texcoco que el Dr. Nabor Carrillo realizó. Finalmente, una nota periodística a raíz de la visita a México de James T. Ramey, miembro de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos, confirma al Dr. Nabor Carrillo como la persona que desempeñó “un cometido importante en la formulación del estudio conjunto” en el que participaba México, los Estados Unidos y el Organismo Internacional de

²⁵³ *Ib.* p. 17.

²⁵⁴ *Ib.* p. 37.

Energía Atómica. El objetivo como se ha visto era abastecer de agua potable a las regiones áridas de Sonora, Baja California, Arizona y California.²⁵⁵

4.1.5 El Proyecto Texcoco. Abasto de agua y producción de energía eléctrica

El Dr. Nabor Carrillo se interesó tanto en el hundimiento de la ciudad de México, así como en los medios que permitieran la obtención de agua potable para la agricultura y el consumo humano. Ambas inquietudes adquirieron significado en el estudio llamado proyecto Texcoco. Al parecer Arturo Casagrande propuso al Dr. Nabor Carrillo establecer una oficina de consultoría en mecánica de suelos para América Latina. El Dr. Nabor Carrillo declinó la oferta por dedicarse a la CNEN, y particularmente, al proyecto Texcoco.²⁵⁶ De acuerdo con el Ing. Óscar del Rivero, el Dr. Nabor Carrillo se interesó en los suelos que constituyen el Valle de México. El ingeniero recuerda que hacia los años cincuenta el lago de Texcoco era una zona desértica, el Dr. Nabor Carrillo discutió con varios ingenieros la posibilidad de llenar el lago para resolver el hundimiento progresivo de la ciudad. Había que bajar entonces el piso del lago de Texcoco para que no existiera el problema. La solución fue hacer una gran cantidad de pozos para extraer el agua, quitar humedad y comprimir el suelo.²⁵⁷ El Dr. Nabor Carrillo vivió la época en la que el lago se

²⁵⁵ Al parecer el interés del Dr. Nabor Carrillo por la obtención de energía eléctrica también consideró fuentes hidrotérmicas. *Cfr.* Instituto Mexicano Norteamericano de Relaciones Culturales, AC “HOMENAJE al Doctor NABOR CARRILLO”.

²⁵⁶ Raúl Ramos Cerda. “El metro y los hundimientos”, 15 de octubre de 1967, p. 4.

²⁵⁷ La ciudad de México sufrió diversas inundaciones a la largo de su historia, de las más importantes que se tiene registradas se encuentran la de 1449 que motivó al Nezahualcoyotl a construir un dique de 16 Km. de longitud. Con la llegada de los españoles el albaradón fue destruido siendo en 1555 cuando se produjera la primera inundación de grandes dimensiones en la ciudad y el virrey Luis de Velasco mandara reconstruir el dique. Otras fechas de inundaciones fueron 1604, 1607, 1629, 1865 buscándose soluciones para evitarlas. Destacó la

desertificaba en el periodo de sequía y el viento conducían a la ciudad de México grandes cantidades de polvo. De acuerdo con el Ing. Óscar del Rivero se llegaba a detener el tránsito vehicular y se producían enfermedades respiratorias y oftálmicas en los habitantes de la capital. Un cálculo sobre el promedio anual de tolvaderas al año estimaba que se trataban de 69, y se decía que su duración en 29 de éstas era mayor a tres horas.²⁵⁸ Para el Ingeniero Óscar del Rivero fue el Dr. Nabor Carrillo quien expresó y desarrolló el proyecto Texcoco. Es sus palabras este fue su proyecto más brillante en materia de ingeniería civil.²⁵⁹ El Dr. Nabor Carrillo exploró las posibilidades de apresurar la formación del lago contando con la colaboración de los profesores Arthur y Leo Casagrande e incluso consideró iniciar la construcción del fondo inmediatamente.²⁶⁰

construcción del túnel de Nochistongo en 1607 y 1608 y en el siglo XIX y XX el túnel de Tequisquiac y el Gran Canal del Desagüe.

²⁵⁸ Secretaría de Hacienda y Crédito Público. *Proyecto Texcoco. Memorias de los Trabajos realizados y conclusiones*. México, 1969. AHUNAM/FNCF, p. 5.

²⁵⁹ En el original: "Dr. Nabor Carrillo, First Commissioner of the Mexican National Nuclear Energy Commission, was the first who seriously considered this problem". *Cfr.* Carlos Graef Fernández. *Obra Científica...*, p. 389.

²⁶⁰ En el original: "Dr. Nabor Carrillo has explored the possibility of hastening the formation of a lake. With the collaboration of Professors Arthur and Leo Casagrande from Harvard University, he has considered starting the construction of a reservoir immediately. *Cfr.* Carlos Graef Fernández. *Op cit.*, p. 391.



El proyecto fue presentado a las autoridades del gobierno federal, por el propio Dr. Nabor Carrillo en julio de 1965, es decir a tres meses de su regreso de Viena. El proyecto consideró que era posible la generación de energía eléctrica y el suministro de agua en condiciones ventajosas para los habitantes de la ciudad. Se mencionó que en los Ángeles, California, E.U. existía un Programa Metropolitano de Desalinización en *Water District of Southern* que iniciaría sus operaciones en 1970. Relacionó problemas de la ciudad de México como las inundaciones, el desagüe y el hundimiento por la explotación del agua del subsuelo. Este proceso afectaba la estabilidad de los edificios, así como la red del agua y el alcantarillado, por lo cual se invertía anualmente más de 1000 millones de pesos. Supo poner en aviso que la estabilidad del suelo era importante para "futuros proyectos para transportes

subterráneos”.²⁶¹ Otro problema que la ciudad tendría que enfrentar era el incremento anual de su población en un 6%. Por lo cual para 1990 tendría entre 12 y 16 millones de habitantes.²⁶² Una de las consecuencias sería que las zonas industriales aledañas tendrían que frenar su desarrollo a falta de agua y electricidad. En el proyecto se fijarían como objetivos reducir los peligros de inundación, potabilizar aguas saladas del lago de Texcoco y tratar aguas negras provenientes de la ciudad de México por medio de un reactor nuclear. Se proveería de electricidad y agua a la ciudad con fines industriales y domésticos por medio de reactores. A lo anterior habría que añadir que reduciría la contaminación aérea y se daría un uso recreativo al lago de Texcoco en beneficio de los pobladores del Valle.²⁶³ Para establecer la factibilidad del proyecto fue necesario realizar un estudio geológico por el que se conocieron los tipos, características físicas y antigüedad del suelo. El segundo paso consistió en conocer la hidrología subterránea, para ello, la Comisión Hidrológica de la Cuenca (Secretaría de Recursos Hidráulicos) investigó las fuentes de abastecimiento de agua para la Cuenca del Valle de México, desde el subsuelo, almacenaje y ríos. Consideró los efectos de la construcción del túnel de 48 kilómetros conectado con el sistema de colectores de la ciudad. Para ese entonces se decía que el DDF tenía

²⁶¹ *Exposición de motivos presentados por el dr. Nabor Carrillo a las altas autoridades del Gobierno Federal, en Julio de 1965, que dieron origen a la creación del “Proyecto Texcoco”.* AHUNAM/FNCF. Desarrollo profesional. Proyecto Texcoco, caj. 3, exp. 16, doc. 578, p. 3.

²⁶² En 1960 el país contaba con una población total de 34 923 129 millones que para 1990 aumentó a 81 249 645. En las mismas fechas, en el Distrito Federal vivían alrededor de 4 870 876 incrementándose a 8 235 744 millones de habitantes. *Cfr. INEGI. Censos de Población y Vivienda, 1950 a 2000.* (<http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=mpob01&c=3178>)

²⁶³ El sueño ha permanecido latente ya que distintos actores sociales se han mostrado interesados en el rescate ecológico del lago de Texcoco. Existen megaproyectos que han propuesto modelos urbanísticos en los cuales se recuperaría parte del esplendor de los lagos del Valle de México que aún existen. Uno de ellos es: “México Ciudad Futura: La Ciudad de los Lagos” proyecto propuesto por el arquitecto Alberto Kalach (1960-).

experiencia con plantas de tratamiento de aguas negras desde 1954 con instalaciones en el Bosque de Chapultepec y Xochimilco. El tercer paso fue determinar la estratigrafía y las características mecánicas de los depósitos sedimentarios. El cuarto paso consistió en ensayar diversos métodos constructivos para formar el o los lagos de almacenamiento. Los métodos de estudio fueron: bombeo en pozos someros, dragado convencional y licuación con explosivos. Los resultados de la investigación se presentaron a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público en junio de 1969, dos años después de la muerte del Dr. Nabor Carrillo. Entonces los trabajos del proyecto Texcoco fueron implementados por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.²⁶⁴ Como parte de las siguientes líneas de acción se formarían 4 lagos a través del procedimiento de consolidación, almacenándose la cantidad de 120 millones de metros cúbicos de agua. De esta forma se regularían aguas provenientes de distintas fuentes, entre ellas las de los escurrimientos naturales, las aguas negras antes de ser tratadas y las aguas tratadas. Se cultivarían zonas áridas para la reducción de tolvaneras,²⁶⁵ se evitaría el hundimiento de la ciudad, se estimularía el crecimiento industrial, se abastecería de agua en épocas de sequía, mientras que el lago embellecería los alrededores y humedecería la atmósfera. Con el proyecto Texcoco se pondría fin a las tolvaneras de los meses de enero a marzo.²⁶⁶

²⁶⁴ Secretaría de Hacienda y Crédito Público. *Op cit.* México, 1969. AHUNAM/FNCF.

²⁶⁵ Raúl Marsal. *Op cit.* 21.

²⁶⁶ Entrevista con el ingeniero Óscar Vega.

4.2.1 Entre la patria, la ciencia, la juventud y el porvenir de la humanidad

Desde el punto de vista ideológico, el Dr. Nabor Carrillo expresó su fe en el “alto” destino de la patria y consideró la defensa de los intereses nacionales respecto al extranjero.²⁶⁷ Su posición tendió al diálogo y al aprovechamiento de la solidaridad internacional. Lejos de ser chauvinista buscó el acercamiento de la cultura mexicana, particularmente científica y tecnológica, a la cultura universal (cosmopolita). El Dr. Nabor Carrillo defendió la libertad del conocimiento más allá de las ideologías y tuvo una visión positiva -un tanto omnipotente- de la ciencia en la historia. Sostuvo que la ciencia y la tecnología podían garantizar insumos indispensables para el género humano y entendió que su ejercicio se daba en diversos contextos. Ante la inequidad material e incertidumbres mundiales, el ingeniero propuso la moralidad, medida aparentemente fútil y carente de contenido, sobre todo si se compara con posiciones esencialmente revolucionarias. Al hacer una lectura más cuidadosa del pensamiento del Dr. Nabor Carrillo se descubre su toma de partido, honesta y franca. Es fácil reconocer en los valores humanos de los que habla el ingeniero a los derechos humanos, que en esta lectura son una tercera vía (democracia social). En este mismo sentido debe aceptarse que aún las intenciones más sinceras por la humanidad no previenen del autoritarismo y la violencia. Dice el Dr. Nabor Carrillo:

La ciencia como en tiempos de Platón y de Aristóteles, merece el mayor respeto de los hombres de estudio. Nadie debe tener miedo de pensar, ni nadie puede prohibir a otro la búsqueda de la verdad, a donde quiera que ésta conduzca. Ninguna universidad puede ignorar la importancia de la

²⁶⁷ Cfr. Óscar del Rivero. “Isótopos Radioactivos...”

investigación científica; la importancia del respeto al experimento; la importancia de la autocrítica; la importancia de la humildad intelectual.

No. La ciencia no tiene la culpa de nuestras preocupaciones. En un mundo de tanta pobreza, dolor e indignidad, la ciencia puede dar y dará las soluciones inesperadas. Alimento, casa y salud no serán problemas eternos del hombre ni la base indispensable de doctrinas sociales. Gracias a la ciencia, y pese a las guerras, el hombre ha aumentado más su vida media en la última generación, que en las veinte anteriores.

¿Cuál es la solución a la angustia colectiva de la humanidad?

La fórmula, ya no es utópica, es la adopción de los valores morales para gobernar las relaciones entre los hombres y entre los pueblos. “Juego limpio”, no sólo para lograr una vida mejor después de ésta, sino para garantizar la vida misma que vivimos. No solo merece el cielo, sino la tierra. No sólo como problema filosófico y religioso, sino político. La moral como técnica de vida. [...]

Tengo fé en que, por primera vez en la historia de la humanidad, los valores morales tienen una verdadera oportunidad de ser las reglas del juego. Y que en este nuevo juego, basado en el respeto a la dignidad de los hombres y de los pueblos, florecerá la paz verdadera. No la paz fundada en el temor al poder ajeno, sino la paz definitiva como respeto al derecho ajeno. La paz prometida a los hombres de buena voluntad.²⁶⁸

El Dr. Nabor Carrillo daba a la fuerza moral el atributo de establecer la paz y creyó que el temor entre las naciones debía evitarse con respeto y dignidad.²⁶⁹ Desde el punto de vista político el Dr. Nabor Carrillo negoció con tres presidentes priístas en mayor o menor medida. Durante su rectorado influyó su pensamiento en los estudiantes sosteniendo que los jóvenes enfrentaban la desigualdad entre desarrollo científico y relaciones humanas deficientes.²⁷⁰ Es decir, que a pesar de alcanzarse importantes niveles de desarrollo material, las relaciones entre los pueblos se regían por intereses mezquinos. El Dr. Nabor Carrillo fue sensible al terror de la llamada Guerra

²⁶⁸ *Discurso pronunciado por el Dr. Nabor Carrillo en la Tercera Conferencia General de la AIU*, p. 6 y 7.

²⁶⁹ *Discurso pronunciado en la Tercera Conferencia General de la Asociación Internacional de Universidades*, p. 7.

²⁷⁰ *Semblanza del Dr. Nabor Carrillo*. FNCF, p. 1, 2 y 3. Estas ideas fueron expuestas por Nabor Carrillo en la *Tercera Conferencia General de la Asociación Internacional de Universidades*.

Fría, así lo deja ver una conferencia ofrecida el 2 de abril de 1955. El Dr. Nabor Carrillo entendía que las naciones que poseían el conocimiento nuclear eran al mismo tiempo las más vulnerables a sufrir un ataque nuclear.²⁷¹ La Universidad era “una planta piloto de los fenómenos sociales y políticos de México”, un indicador, un detector y termómetro de la historia del país. Tenía la convicción de que la autonomía universitaria era sinónimo de libertad y derecho responsable involucrado con el clima social. De acuerdo con el ingeniero el mundo de su tiempo se caracterizaba por el temor y la angustia (sobre todo nucleares) que era preciso arrancar de los corazones. La universidad tenía la responsabilidad de infundir en los jóvenes la importancia que los más altos valores del espíritu tenían para la humanidad. Los jóvenes debían marchar confiados al porvenir, creía que un “mundo mejor” los esperaba “educados en las mejores tradiciones universitarias”.²⁷² Por otro lado, promovió una “educación patriótica” y vinculada directamente con el gobierno y sus intereses. También creyó que la UNAM ejercía una innegable influencia cultural en Hispanoamérica; que los universitarios tenían el derecho de exigir apoyo económico al gobierno para darle al país una “universidad, viva, moderna, palpitante” y a su vez el gobierno podía exigir a los universitarios el cumplimiento de su deber.²⁷³

²⁷¹ Francisco Gutiérrez. “Posición de la UNAM en Jalapa”, p. 11.

²⁷² *Discurso en la Tercera Conferencia General de la Asociación Internacional de Universidades*. p. 7.

²⁷³ “Presente y futuro”, p. 35.

4.2.2 Investigación científica y desarrollo en México

En relación a la ciencia mexicana, se sabe un poco de las opiniones del Dr. Nabor Carrillo por una entrevista realizada por Elena Poniatowska en 1953. La periodista le preguntó al Dr. Nabor Carrillo sobre los tipos de investigación que serían convenientes para el desarrollo de México. La respuesta del especialista fue que debía enfatizarse la investigación aplicada sin descuidar la investigación pura.²⁷⁴ En otra entrevista realizada el 12 de enero de 1958 se pregunta sobre la influencia que ejerce la investigación científica en el país. El Dr. Nabor Carrillo respondió que esta debía ser grande como en todos los países del mundo, y creía que el único modo de incrementar la producción era a través de la investigación, dado que el alma de la técnica era ésta.²⁷⁵

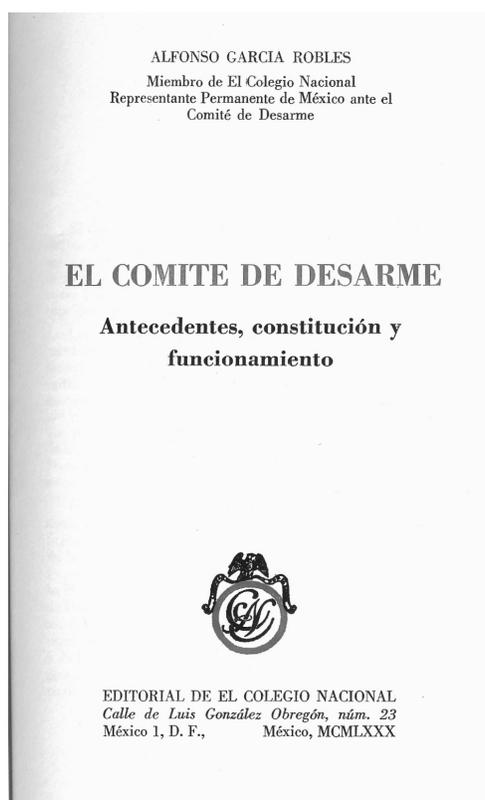
4.2.3 Promoción de la desnuclearización de Ibero América

Es una hipótesis plausible que el Dr. Nabor Carrillo estuviera al tanto de los primeros movimientos a favor de la desnuclearización, sobre todo si se considera su participación en las conferencias internacionales sobre energía nuclear en Europa. Se sabe que las primeras protestas anti-nucleares ocurrieron en Francia alrededor de marzo de 1950, sobre todo a raíz del Movimiento Mundial de la Paz en la que militaron el matrimonio Joliot -Curie. El Movimiento Mundial operó a través de la denuncia pública de los efectos de las bombas nucleares manifestándose por su prohibición; también solicitaba la destrucción de las armas existentes y declarar criminal de guerra al gobierno

274 "Entrevista a Nabor Carrillo, por Elena Poniatowska". AHUNAM/FNCF. Sección: Homenajes; c. 4, exp. 19, 1953, p. 12. *Apud* José Raúl Domínguez. *Los programas...*, p. 72.

275 Elena Poniatowska. "Nabor Carrillo...", p. 15.

que las utilizara.²⁷⁶ En el ámbito regional las fuentes por ahora consultadas permiten un acercamiento indirecto a la participación del Dr. Nabor Carrillo como “uno de los principales impulsores” para la desnuclearización de Latinoamérica, que culminaría con la firma del *Tratado de Tlatelolco*.²⁷⁷ Esta afirmación requiere de atención partiendo de que el Dr. Alberto Barajas sostuvo que el licenciado Alfonso García Robles (1911-1991) “se apoyó continuamente en los conocimientos y opiniones” del Dr. Carlos Graef cuando se redactó el *Tratado de Tlatelolco*.



²⁷⁶ Cfr. D´Astier. Emmanuel. “El hombre de la calle ante la era atómica” en *El hombre y el átomo...*, p. 179.

²⁷⁷ Cfr. Miguel Bueno. “Dos Triunfos” y “Semblanza de Carlos Graef.” en (<http://www.matmor.unam.mx/smm/60/carlos.html>)

Esta proposición parece mucho más cercana a la realidad sobre todo a juzgar por la posición que el Dr. Nabor Carrillo mantuvo respecto al uso de bombas nucleares en la construcción de canales interoceánicos. En este sentido, no resulta compatible la idea de poseer y detonar bombas nucleares con el espíritu del artículo 1º inciso 2 del Tratado en el que se dice:

Las Partes Contratantes se comprometen, asimismo, a abstenerse de realizar, fomentar o autorizar, directa o indirectamente, el ensayo, *el uso*, la fabricación, la producción, *la posesión o el dominio* de toda *arma nuclear o de participar en ello de cualquier manera*".²⁷⁸

4.2.4 Una gran pérdida para el Hemisferio Occidental

El Dr. Nabor Carrillo murió a los 56 años de edad, tras su deceso se realizaron una serie de actos conmemorativos y declaraciones. En nota aparecida el 16 de mayo de 1967 se dio a conocer la entrega que la Comisión de Energía Atómica de los E.U. realizaría a la CNEN de un analizador de canales múltiples en memoria del Dr. Nabor Carrillo. Este aparato serviría para estudios de fenómeno físico relacionado con la emisión gamma.²⁷⁹ El 27 de mayo de 1967 salió una nota en que la CNEN informa que el CN de Salazar llevaría el nombre del Dr. Nabor Carrillo para honrar a quien "ideó la creación de ese centro y quien hizo las gestiones para complementar los fondos necesarios para su construcción". Se reconocía que el desenvolvimiento "de la ciencia atómica y sus aplicaciones" habían tenido "un inicio difícil y lento" derivado de la falta de técnicos y recursos económicos. México seguía buscando yacimientos de materiales radioactivos y se consideraban ya como reservas "más de 3

²⁷⁸ García Robles, Alfonso. *La proscripción de las armas nucleares en la América Latina*. México, El Colegio Nacional, 1975, p. 198. Las cursivas son del autor y sirven para destacar lo contradictoria que resultaría la posición política, lo cual no quiere decir que efectivamente el Dr. Nabor Carrillo no tuviera ninguna participación.

²⁷⁹ "Obsequian Valioso aparato en Memoria...", p. 12-35.

millones de toneladas” de ellos.²⁸⁰ El 21 de agosto de 1967 la Secretaría de Educación Pública realizó un evento en la Secundaria Pública número 88 en el que develaron un retrato del Dr. Nabor Carrillo. La escuela se ubicaba en Avenida del Taller y Retorno 52 en la Colonia Jardín Balbuena. Estuvieron presentes entre otros el licenciado Agustín Yáñez, Secretario de Educación Pública, Antonio Carrillo Flores, Secretario de Relaciones Exteriores y familiares.²⁸¹ El 23 de febrero 1978, Nabor Carrillo, hijo y el Dr. Carlos Graef Fernández, pronunciaron cada uno un discurso con motivo de la inauguración de la Escuela Primaria “Nabor Carrillo” en la Delegación Contreras. Nabor Carrillo hijo, reconocía que su padre había sido “ejemplar”, un “amigo entrañable” y un “maestro”, que las tantas tareas de su progenitor no lograron separarlo de su familia. Carrillo supo ofrecer su tiempo y consejo en los momentos en que se necesitaba de él.²⁸² Entre las cualidades que el Dr. Carlos Graef Fernández reconocía de su colega están: que “tenía la energía vital de los grandes hombres del Renacimiento Italiano”. Se le definió como entusiasta por los problemas de ciencia e ingeniería y capaz de gozar de los placeres de la vida, de “personalidad polifacética como la tuvo Leonardo Da Vinci”, cantor y pintor en su juventud, escultor, estadista, diplomático, funcionario, hombre de acción. Como parte de su carácter lo considera auténtico, de emociones profundas, atribuyendo a ellas, su éxito como rector. Sus colaboradores se sentían felices de pertenecer al grupo de un excelente conversador, escucha y consejero, entusiasta, magnético, espontáneo, sin cálculo de sus gestos, ni rebuscamiento de sus frases, inteligente, emotivo, un

²⁸⁰ “Honor Póstumo al Dr. Nabor Carrillo...”, p. 5.

²⁸¹ *Palabras del licenciado Raúl Cardiel Reyes*, p.1; También en “Memoria del Doctor Nabor Carrillo”..., 1967, p. 23-A.

²⁸² *Palabras pronunciadas por Nabor Carrillo...*, p. 1 y 3.

genio científico, muy humano, un gran amigo, un gran mexicano.²⁸³ Uno de sus más grandes maestros se expresó de la siguiente manera sobre él:

Sus mayores logros dependieron particularmente de su visión, su habilidad para prever claramente en el futuro de las necesidades de su país y las de sus conciudadanos, así como de su talento casi sobrenatural para influir en el pensamiento de aquellos cuyo apoyo necesitaba, una habilidad basada a su vez en un profundo conocimiento de la naturaleza humana y una genuina y cálida preocupación por el bien de su prójimo. En su presencia, hombres con objetivos divergentes o antagónicos en algunos casos, súbitamente se interesaban por cooperar en un proyecto para el bienestar humano. Su sola presencia parecía crear estrecha unión entre hombres, los cuales de otra manera no podían encontrar una base común para la solución de cierto problema. Este encanto magnético lo rodeaba y acompañaba a cualquier parte donde iba. Fue un catalizador humano por excelencia.²⁸⁴

Otros atributos reconocidas al Dr. Nabor Carrillo fueron su “enorme capacidad de trabajo, su actitud ecuánime, su alegría desbordante”²⁸⁵ Sobre el buen vivir del Dr. Nabor Carrillo son varios los testimonios desde los del ingeniero hasta los testimonios repetidos de sus innumerables comidas, cenas y bailes, muchas de ellas consideradas espléndidas.²⁸⁶ Fue un refinado gastrónomo, disfrutaba de la comida mexicana y de los quesos, gustaba de fumar puros y beber café. Se reconocía su fino y gran sentido del humor, humano y noble, tenía fe y confiaba en todo el mundo, cuando alguna acción suya hería o molestaba a alguien no estaba tranquilo y siempre procuró en lo posible borrar la actitud que involuntariamente había ofendido a alguien.²⁸⁷ El Consejo Técnico de la Investigación Científica en su sesión del 10 de enero de

²⁸³ Cfr. *Palabras pronunciadas por el Dr. Carlos Graef...*, caj. 4, exp. 20, p. 1-6.

²⁸⁴ Arthur Casagrande. “Nabor Carrillo y la Mecánica de Suelos” en *El hundimiento de la ciudad de México. Proyecto Texcoco*. México, D.F., Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 1969, p. 6.

²⁸⁵ *Palabras pronunciadas por el Dr. Agustín Ayala-Castañares...*, 1980, p. 3.

²⁸⁶ *Nota sobre la cena ofrecida por el Agregado Cultural de la embajada de Francia, Jean Sirol, al señor Francois Perroux, profesor de la Facultad de París*. AHUNAM/FNCF, caj. 5, exp. 21, doc. 11. (La redacción es del autor).

²⁸⁷ *Semblanza del Doctor Nabor Carrillo*, p. 12.

1980 aceptaba que la comunidad científica universitaria, en lo particular, y toda la UNAM en lo general, tenían una deuda importante con el Dr. Nabor Carrillo. Se dijo que el ingeniero había dedicado su vida “a crear, cimentar, promover y proyectar la investigación, tanto básica como aplicada y a convertirla en uno de los quehaceres primordiales de la vida institucional” de la UNAM.²⁸⁸ Por esta razón se decidió imponer su nombre al auditorio de la Coordinación de la Investigación Científica, éste evento se realizó el 18 de febrero de ese mismo año. Estuvieron la viuda del Dr. Nabor Carrillo, el Dr. Guillermo Soberón, rector de la UNAM, el Dr. Fernando Alba Andrade, presidente en turno de la Junta de Gobierno y el Dr. Alberto Barajas, entre otros. En el evento destacó la mención de que en el recientemente creado Centro Universitario de Profesores Visitantes comenzaría formalmente la Cátedra Nabor Carrillo a cargo del profesor Augusto Durelli, a quien se consideró un eminente científico.²⁸⁹ El 23 de febrero de 1981 se realizó la ceremonia de develación de un monumento en memoria del Dr. Nabor Carrillo en la Rotonda de los Hombres Ilustres, en aquella ocasión participaron la Srita. Alicia López Portillo, el Profesor Carlos Hank González, en calidad de Jefe del Departamento del Distrito Federal, el Dr. Octavio Rivero Serrano Rector de la UNAM, Francisco Vizcaíno Murria, Director General de URAMEX.²⁹⁰ Nabor Carrillo hijo pronunció un discurso en el que habló de su padre como un hombre dedicado a “enaltecer” el país “en cualquier foro”. En su texto se discurre sobre la ciencia utilizando categorías de análisis del materialismo histórico, representando un reto la diferenciación entre las opiniones del Dr.

²⁸⁸ *Palabras del Dr. Agustín Ayala-Castañares...*p.1.

²⁸⁹ *Ib.* 6.

²⁹⁰ *Palabras pronunciadas por Nabor Carrillo, en la ceremonia de develación del monumento erigido a la memoria del Dr. Nabor Carrillo...*

Nabor Carrillo y las de su hijo. De acuerdo con éste, el Dr. Nabor Carrillo partía de la premisa de que la actividad científica no podía reflejarse en la acción individual del científico aislado, sino que, al igual que toda actividad, la ciencia se entrelazaba con los procesos sociales y económicos en el ámbito nacional. La independencia y la soberanía radicaban en la investigación científica. La ciencia era una fuerza productiva en sí misma y la investigación científica una actividad cultural, superior y universal, inspirada en altos ideales. Creyó en los programas sociales que pueden producir la investigación científica. Su postura sobre la tesis de neutralidad e internacionalismo de la ciencia eran rebasadas por el compromiso de la ciencia con la sociedad nacional, convirtiéndose en método de pensamiento y en teoría que habrían de permitir la construcción de una nueva sociedad con igualdad económica.²⁹¹

El Dr. Nabor Carrillo habría tenido cuatro amores sin saber definir cual habría sido más importante: la Universidad, la energía atómica, el proyecto Texcoco y su esposa Elena.²⁹² Habría sido un revolucionario por tener las características de uno de ellos:

[...] tuvo un espíritu de incansable búsqueda que rechazó la infalibilidad viniera de donde viniera, tuvo un espíritu de búsqueda que sabía que actuar expone a errar, sabía que solamente los dogmáticos que confunden lo que sea con la realidad y los oportunistas esclavos del éxito, siempre aciertan, persiguió con imperecedero afán y muchas veces en heroica soledad, el curso iluminado de sus propios pensamientos y creó así, sin proponérselo, el tipo tan raro de mexicano que guía con el ejemplo.²⁹³

²⁹¹ *Palabras del Dr. Agustín Ayala-Castañares*, p. 2.

²⁹² Un testimonio más sobre la familia Carrillo se encuentra en: "HOMENAJE al Doctor. NABOR CARRILLO" de Manuel Palavicini.

²⁹³ *Palabras del Dr. Agustín Ayala-Castañares*, p. 3.

Su hijo lo consideró sencillo en el trato, un hombre sabio, optimista e idealista. Su padre habría llevado la patria como vocación, estructura, aliento, impulso, don, virtud y compromiso.²⁹⁴ El Dr. Nabor Carrillo habría dicho que el porvenir pertenece a aquellos que no están desilusionados.²⁹⁵ Sólo para finalizar este capítulo se mencionarán homenajes recibidos en vida por el Dr. Nabor Carrillo y reconocimientos por su trayectoria. Entre estos destacan el haber sido Vicepresidente de la Asociación Internacional de Universidades, Presidente de la Organización de Universidades de la América Latina, Presidente de la Sociedad Matemática Mexicana. La Universidad de Michigan le confirió el Doctorado “Honoris Causa” en junio de 1956, entre otras cosas por “enfrentarse realista y enérgicamente a un programa de usos pacíficos de la energía atómica [...]”²⁹⁶ El Dr. Nabor Carrillo fue Oficial de la Legión de Honor y el 18 de diciembre de 1967 recibió homenaje póstumo. El embajador de Francia Jacques Vimont entregó simbólicamente las insignias del grado de comendador de la Orden Nacional del Mérito.²⁹⁷

²⁹⁴ *Ib.* p.4.

²⁹⁵ *Ib.* p.5.

²⁹⁶ “Nuevo Presidente” en *El Universal*. México, D.F., 12 de febrero de 1966.

²⁹⁷ *Palabras pronunciadas*, 18 de diciembre de 1967..., [s.n.p.]

Capítulo 5



**Proyecto del Centro Nuclear de México
creado por el Arq. Pedro Moctezuma**

ININ-CDIN/Cortesía

NABOR CARRILLO Y LA DIVERSIDAD DE VISIONES DEL DESARROLLO NUCLEAR EN MÉXICO

En este capítulo se establecerán las relaciones entre el Dr. Nabor Carrillo y científicos e intelectuales que tuvieron un papel relevante en la promoción e investigación en física atómica y nuclear. Se determinarán los valores y las creencias en las que existieron similitudes y diferencias con atención en la concepción de la ciencia, la energía atómica y nuclear, las relaciones internacionales y el rumbo del país.

5.1.1 El rector Luis Garrido como promotor de la ciencia mexicana

El primero de los intelectuales del que se tratará es el Dr. Luis Garrido (1898-1973) considerado parte de una brillante generación. Entre sus filas se consideran a Vicente Lombardo Toledano (1894-1968), Alfonso Caso (1896-1970), Daniel Cosío Villegas (1898-1976), Manuel Gómez Morín (1897-1972), entre otros.²⁹⁸ El Dr. Luis Garrido inició su rectorado el 2 de junio de 1948 y lo concluyó el 14 de febrero de 1953; al ser electo enfrentó resistencias de ciertos profesores y alumnos organizados en un movimiento disidente que lo desconoció. Se designó entonces de manera interina al licenciado Antonio Díaz Soto (1880-1967), quien se había distinguido por ser en su juventud magonista y zapatista. Antonio Díaz Soto se mantuvo en el edificio de la Rectoría de la Universidad y permaneció en ella varias semanas, hasta el restablecimiento del orden. Entonces el rector Luis Garrido reivindicó su independencia política respecto a grupos de la universidad. Los principales puntos de su programa fueron: la defensa de la libertad de cátedra, el estricto apego a los principios que rigen a la UNAM, así como el fomento espiritual del mundo

²⁹⁸ Samuel Ramos. *Obras Completas*. México, UNAM, 1976. 2 v., vol. 2, p. XI.

universitario. Alentó continuamente a los jóvenes a asumir sus obligaciones y funciones sociales manteniéndose atentos a los intereses nacionales. Habló sobre el amor a la lengua, la religión y las tradiciones además de entender a la ciencia como promesa y como amenaza.²⁹⁹ El rector Luis Garrido aprobó la celebración del Congreso Científico Mexicano, que según él: “sería útil como estímulo a nuestros investigadores y estudiosos.”³⁰⁰ Con ello el rector favoreció el encuentro de los científicos más destacados del país y estrechó lazos con científicos latinoamericanos. El rector convocó a una junta con representantes de varias disciplinas científicas de la que salió una comisión pre-organizadora del Congreso. En ella participaron personalidades como los doctores Alfonso Caso, Manuel Sandoval Vallarta, Ignacio González Guzmán, Manuel J. Sierra y los licenciados Jesús Silva-Herzog y Agustín Yáñez. Cabe mencionar que el Congreso contó con las siguientes 5 divisiones: la División de Ciencias Biológicas y Médicas; la División de Ciencias Físicas y Matemáticas, donde participaron los Drs. Manuel Sandoval Vallarta como Presidente y el Dr. Nabor Carrillo como Vicepresidente; la División de Ciencias Sociales; la División de Filosofía; y la División de Teoría de la Ciencia y Psicología. El Congreso se inauguró formalmente el día 21 de septiembre de 1951 y participaron con discursos los Drs. Alfonso Caso y el Dr. Luis Garrido. Por el número de mesas y cantidad de invitados puede verse que se trató de una gran celebración. Tan solo la división de Ciencias Físicas y Matemáticas recibió un total de 297 trabajos. Este esfuerzo fue posible gracias al apoyo del Gobierno Federal además de la intervención del Lic. Antonio Carrillo quien obtuvo donativos de particulares e instituciones que decidieron patrocinar el Congreso. El interés del rector por allegarse conocimiento sobre la energía nuclear se demostró con las misiones oficiales encargadas al Dr. Nabor Carrillo. Por su instrucción el ingeniero

²⁹⁹ Cfr. Jesús Silva-Herzog. *Una historia de la Universidad de México...*, p. 101-104.

³⁰⁰ *Op cit.*, p. 107.

viajó principalmente a los Estados Unidos, Europa y América Latina como invitado, agregado cultural o bien como promotor científico en reuniones industriales, conferencias sobre educación y energía nuclear. En noviembre de 1950, el rector se interesó por “abordar los problemas que implica la energía atómica en toda su integridad” reconociendo la relevancia internacional del asunto, que iba más allá de la física, abarcando áreas como la medicina, la ingeniería, la industria e incluso a las ciencias económicas y sociales. Por estas razones instruyó a la Coordinación de la Investigación Científica a cargo del Dr. Nabor Carrillo a crear una Comisión Universitaria para estudiar ese problema.³⁰¹ Es muy probable que la relación entre el Dr. Nabor Carrillo y el rector Luis Garrido propiciara que este último se sumara al decidido grupo de científicos e intelectuales interesados en adquirir el acelerador de partículas Van de Graaff. El Dr. Luis Garrido tuvo el honor de reelegirse, de esta manera, extendió su administración y la hizo coincidir con la inauguración de la Ciudad Universitaria. La ceremonia se realizó el día 20 de noviembre de 1952 y se pronunciaron varios discursos. El Dr. Octavio Méndez Pereira, rector de la Universidad de Panamá, expuso la trascendencia de la obra:

Con la realización de esta audaz ciudad universitaria que anticipa por siglos el porvenir de la cultura para ponerla al servicio del pueblo, con un humanismo dinámico filtrado en la técnica y la concepción nuclear de la ciencia, México da otro gran salto a la vez que un ejemplo al Mundo de lo que ha de ser la educación nueva para la transformación de un destino nacional y del hombre conciente que ha de laborarlo.³⁰²

Durante la adquisición del Van de Graaff en 1952, el rector Luis Garrido dijo:

América tiene una tarea en el mundo: poner su juventud al servicio de la democracia, oponer la lección de su tolerancia al ímpetu ciego de los delirios ideológicos, vincular

³⁰¹ *Al Sr. Dr. Nabor Carrillo*. AHUNAM/Universidad Nacional. Rectoría, 17 de noviembre de 1950.

³⁰² Jesús Silva-Herzog. *Op cit.*, p. 119.

su presente y su futuro de pueblos jóvenes cargados ya de realizaciones, henchidos a la vez de porvenir, no exclusivo propósito de la prosperidad de cada uno, sino a promover la prosperidad del mundo. Este es el sentido universal, que es la mejor herencia del antepasado español, nos ayudará a ser grandes.³⁰³

El rector presentó su renuncia el 10 de febrero de 1953 ante la Junta de Gobierno y fue aceptada. En síntesis, el rector Luis Garrido incidió en un ambiente cultural rico en aspiraciones, creyó en la relación estrecha entre las ciencias y las humanidades, fue un decidido promotor cultural dentro y fuera de la Universidad y ello le valió la merecida admiración de sus homólogos latinoamericanos. En el futuro se podría explorar que tanto su interés por conocer sobre la energía nuclear fue consecuencia de la influencia del Dr. Nabor Carrillo y qué resultados concretos se obtuvieron de las misiones encomendadas.

5.1.2 El arquitecto Carlos Lazo y la energía nuclear en México

Otro ferviente creyente en los beneficios que la energía nuclear podía traer a México fue el arquitecto Carlos Lazo. El arquitecto tuvo entre sus encargos la construcción de la Ciudad Universitaria confiriéndole a la misma una misión cultural (ver anexo 5). El arquitecto compartió la creencia en la importancia de adquirir el Van de Graaff, convenció a las autoridades para su compra y se encargó del Laboratorio de Van de Graaff que albergaría el acelerador de partículas. El Arq. dice:

Hemos querido establecer un símbolo de la modernidad de esta nueva Universidad; que esta idea de la energía nuclear, manejada por el estudiante mexicano, no con finalidades políticas o militares, sino con finalidades humanas, de desarrollo de todos nuestros recursos naturales, modele también el pensamiento de nuestros filósofos, de

³⁰³ *Universidad de México. Revista de la Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., vol. VI, núm. 72, diciembre de 1952, p. 23.*

nuestros economistas, de nuestros técnicos, y sea el espíritu que debe centrar a esta Universidad.³⁰⁴

Al parecer el apoyo ofrecido por el Arq. Carlos Lazo, a los científicos e ingenieros mexicanos incluyó una propuesta, en ella representantes de la UNAM y del Instituto Nacional de la Investigación Científica eran convocados para la creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica. La fuente no proporciona fecha del acontecimiento, pero se sabe que fue antes de la “conclusión del edificio de la Ciudad Universitaria, destinado a instalar el aparato Van de Graaff”, es decir, alrededor del año de 1952. En calidad de Gerente General de la Ciudad Universitaria el Arq. Lazo convocó a una junta a los Drs. Alberto Barajas, director de la Facultad de Ciencias, Nabor Carrillo, Coordinador de la Investigación Científica, Manuel Sandoval Vallarta, director del Instituto Nacional de la Investigación Científica y a Carlos Graef Fernández en ese entonces director del Instituto de Física de la UNAM. Si bien el Arq. Lazo se refirió a la inmediata necesidad de fondos para iniciar los trabajos con el Van de Graaff también hablaba de gestionar conjuntamente con las “altas autoridades” la constitución de una Comisión Nacional de Energía Atómica. Esta Comisión debía poseer las facultades siguientes:

- a) Investigar las fuentes nacionales de producción de materiales capaces de servir para obtener energía atómica.
- b) Estudiar la forma práctica y efectiva de llevar a cabo la explotación de dichos materiales.
- c) Determinar la manera mejor y más económica de obtener energía atómica de los materiales aprovechables para ellos.
- d) Establecer las distintas posibilidades prácticas de aprovechar la energía atómica.
- e) Fomentar la investigación científica y la utilización industrial de la energía atómica en el país.³⁰⁵

³⁰⁴ Carlos Lazo. *Pensamiento...*, p. 35.

³⁰⁵ *Ib.* p. 67.

El Arq. Lazo señaló que la Comisión podía componerse con representantes de la UNAM, el Instituto Nacional de la Investigación Científica y de los organismos afines, interesados en contribuir y participar en los trabajos; propuso la designación de un Comité compuesto por los mismos asistentes a la reunión mientras se integraba la Comisión. Los especialistas convocados controlarían los trabajos realizados con el Van de Graaff, las investigaciones de los laboratorios de Radiaciones Cósmicas y Gravitación y vigilaría las investigaciones efectuadas en el resto de las instancias firmantes. También coordinaría y organizaría los estudios de energía nuclear, además de llevar hasta su término las gestiones necesarias para el establecimiento de la Comisión Nacional de Energía Atómica.³⁰⁶ Por supuesto, esta Comisión tendría su reglamento interno y normas de funcionamiento, obtendría los fondos y los administraría. El interés del Arq. Carlos Lazo refuerza una vez más la tesis del vínculo temprano entre la ciencia y la tecnología, creencia compartida entre científicos e intelectuales. El Dr. Carlos Graef reconoce que:

[desde hacía] muchos años Carlos Lazo había pensado en la posibilidad de crear en México un centro de estudios de la física de los núcleos atómicos. Preocupado hondamente por los problemas nacionales, le alarmaba ver como México permanecía al margen de estos desarrollos. No se podía cultivar aquí la física nuclear experimental por falta de los costosos aparatos con los que se hacen estas investigaciones. Lazo y el licenciado Almiro Moratinos habían proyectado aprovechar la primera oportunidad que se presentara para crear en México un centro de estudios de física nuclear.³⁰⁷

Las mismas ideas se reiteran en otro texto:

Desde hace varios años el arquitecto Carlos Lazo tenía el proyecto de establecer en México un centro de investigaciones de física nuclear. Entre los programas de gobierno que había estudiado él con todo detalle y muy profundamente, estaba el aprovechamiento de las diversas fuentes de energía con las que cuenta nuestro país.

³⁰⁶ *Ib.* p. 69.

³⁰⁷ “La Investigación Atómica en la C.U.” en *Universidad de México*, p. 10.

Carlos Lazo y el licenciado Almiro Moratinos, que colaboró con él en estos estudios, proyectaron la creación de un instituto que se dedicara a investigar la energía aprisionada en el átomo.³⁰⁸

5.1.3 El Dr. Alberto Barajas y su confianza en los científicos mexicanos

El Dr. Alberto Barajas utilizó a la ciencia físico-matemática como indicador del desarrollo científico. De acuerdo con él era en el campo del pensamiento abstracto donde el hombre se movía con mayor agilidad y aparecían los primeros síntomas del surgimiento de un tiempo nuevo. Por ejemplo, Juan José Guerra sustentó un examen con demostraciones geométricas de la existencia de Dios y de la inmortalidad del alma. Para él y los hombres de su generación (s. XVII), ser sabio consistía en repetir fidedignamente “las doctrinas intocables de las grandes autoridades”. Para el Dr. Alberto Barajas la ciencia era “crítica, duda, investigación” y reconocía que en México, país poco desarrollado industrialmente, los científicos no se habían interesado por las aplicaciones científicas. Para el Dr. Alberto Barajas había elementos de cambio que anunciaban una original actitud científica mexicana.

Esta generación de científicos dedicados a la física y a las matemáticas, no se ha interesado solamente en investigar la verdad, sino que busca las verdades más bellas [...] ³⁰⁹

Su apreciación tenía como ejemplo al Dr. Nabor Carrillo a quién consideró como “un gran talento dedicado primordialmente a las cosas útiles”. Aunque no por ello menos interesado en el sentido estético de los problemas que debía resolver. Reflexionando sobre el cambio en la mentalidad de los científicos mexicanos, le pareció que la actitud de los científicos era un síntoma de que el mexicano empezaba a tener

³⁰⁸ Miguel Ángel Ceballos. “La investigación de la física...”, 22 de junio de 1952, p. 7-C.

³⁰⁹ Alberto Barajas. “25 años de ciencia físico-matemáticas” en *Revista de la Universidad*. México, D.F., vol. VI, núm. 61, enero de 1962, p. 7-8.

confianza en sí mismo, seguridad en su criterio y a vivir con autenticidad. Puede entenderse por qué para el Dr. Alberto Barajas el desarrollo alcanzado en las ciencias físico-matemáticas en sus últimos 25 años debía ser visto como “el cumplimiento de la ilusión” y no de un deber (obligación, restricción). El deber era visto por el científico como la forma más superficial de la racionalidad de unos que obliga a otros. Los entusiasmos se generaban en los estratos profundos de la vitalidad. El Dr. Alberto Barajas definió a la ilusión como: “la invitación deliciosa que nos hace Dios para que cooperemos en sus proyectos”. Barajas creyó que definitivamente estaba surgiendo “un tiempo nuevo”.³¹⁰ Después del Dr. Nabor Carrillo, el Dr. Alberto Barajas tuvo a su cargo la Coordinación de la Investigación Científica.³¹¹ Fue director de la Facultad de Ciencias, miembro de la Junta de Gobierno, profesor de la Facultad de Ciencias, investigador del Instituto de Matemáticas y miembro del Consejo Consultivo de la Comisión Nacional de Energía Nuclear. Sin embargo, sus temas de especialización fueron la teoría de la relatividad y gravitación.³¹² Cuando se le preguntó sobre los peligros del Centro Nuclear, el científico respondió, de acuerdo con un periodista, de modo sonriente: “Si hubiera peligro no iríamos allí” y no solo eso, para él hablar de peligros en una planta nuclear era hacerlo “de meros fantasmas”. Decía que pensar que una planta nuclear era peligrosa, porque lo nuclear se asociaba a la bomba nuclear equivalía a decir que la luz era peligrosa al relacionar la energía que la produce con la silla eléctrica.³¹³

³¹⁰ Alberto Barajas. *Op cit.*, p. 13.

³¹¹ *Palabras del Dr. Agustín Ayala-Castañares...*, 1980, p. 2.

³¹² “Los grandes temas de nuestro tiempo. La teoría de la relatividad” en *Gaceta de la Universidad*. México, 18 de octubre de 1954, p. 5.

³¹³ Enrique Loubet. “Utilidad del Centro Nuclear”, 25 de julio de 1970, p. 12-A.

5.1.4 El Dr. Carlos Graef Fernández como apoyo de Nabor Carrillo

Las vidas de los Drs. Nabor Carrillo y Carlos Graef Fernández guardan entre sí muchas similitudes, en gran medida por inscribirse en una misma generación con oportunidades, preocupaciones y problemas compartidos. Como poseedores de una prolija cultura se encargaron por igual de trabajos científicos como administrativos, manteniendo su interés por entender y contribuir a la solución de los retos científicos, industriales y sociales más importantes enfrentados por el país. Con sus decididos esfuerzos lucharon por el engrandecimiento de la física mexicana. El Dr. Carlos Graef Fernández nació en Guanaceví, en el Estado de Durango en 1911, se mudó a la ciudad de México y estudió en el Colegio Alemán. Al terminar su preparatoria se marchó a Alemania donde se incorporó al Departamento de Ingeniería Civil de la Escuela Técnica Superior de Darmstadt, pero por motivos económicos regresó a México en 1930. En el país continuó con su formación en la Escuela Nacional de Ingenieros de la UNAM y entre 1934 y 1937 estudió física teórica y matemáticas. En 1937 consiguió la beca John Simon Guggenheim y viajó a los Estados Unidos. Entonces ingresó al Instituto Tecnológico de Massachussets bajo la dirección del Dr. Manuel Sandoval Vallarta y se dedicó al “estudio de las órbitas de las partículas cargadas de electricidad que se mueven en el campo magnético de la Tierra [...]”³¹⁴ Después de cuatro años consiguió su doctorado en Ciencias, en la especialidad de física teórica. Algunos de los cursos a los cuales asistió en la Universidad de Harvard versaron sobre astronomía y astrofísica. A su regreso a México se desempeñó como profesor de física en la Facultad de Ciencias, fue cofundador y subdirector del Observatorio Astronómico de Tonantzintla (entre 1941 y 1944), investigador de los institutos de Matemáticas y de Física de la UNAM (1945-1976), Director del Instituto de Física

³¹⁴ Carlos Graef Fernández. *Obra Científica...*, p. 16.

(1945-1959), de la Facultad de Ciencias de la UNAM (1957-1959) y de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería en la Universidad Autónoma Metropolitana (1974-1976), entre otros muchos cargos. En relación a su trabajo teórico, el Dr. Carlos Graef conoció al matemático G. D. Birkhoff,³¹⁵ quien propuso una teoría de la gravitación alternativa a la de Einstein y coincidió con él. Pero no fue el único, otros importantes científicos mexicanos como los Drs. Alberto Barajas y Manuel Sandoval Vallarta se colocaron en la línea de ésta teoría que parecía más “simple y de contenido físico más transparente” comparada con la propuesta por Albert Einstein. El Dr. Juan Manuel Lozano apunta que Carlos Graef Fernández ayudó a que se desarrollara la física y la energía nucleares sin provenir de esas disciplinas. Entre los primeros cargos que tuvo en este sentido destacan su labor como representante de México ante la Comisión de Energía Atómica de las Naciones Unidas en 1946 y la ayuda que prestó para la adquisición del acelerador de partículas Van de Graaff. Al respecto dice:

*Este aparato es la única máquina desintegradora atómica en la América Latina. Haciendo investigaciones con ella puede nuestra Universidad ponerse a la cabeza en física en el mundo de habla española. El esfuerzo que representa sostener la investigación con el Van de Graff está dentro de nuestras posibilidades, si no dispersamos estérilmente nuestros medios.*³¹⁶

Es decir, el Dr. Carlos Graef observó los altos costos del funcionamiento del Laboratorio de Van de Graaff en la UNAM, pero al mismo tiempo expresó los

³¹⁵ El profesor Jorge David Birkhoff matemático considerado por el Dr. Alberto Barajas como “el más notable que han producidos los Estados Unidos”. En 1944 fue profesor huésped en el Instituto de Matemáticas. Trabajó con científicos mexicanos en el desarrollo de su Teoría de la Gravitación. En esta colaboración el Dr. Carlos Graef resolvió el problema de los Dos Cuerpos. En cooperación con Roberto Vázquez y Francisco Zubieta trabajó en la Teoría de los Continuos Lineales Homogéneos y con Javier Barros Sierra en la Teoría de las Superficies. *Cfr.* Alberto Barajas. *Op cit.*, p. 13. El Dr. Marcos Moshinsky Borodiansky recuerda que además de George G. D. Birkhoff, vinieron a México por temporadas largas dos grandes matemáticos más; ellos estuvieron: Norbert Wiener, autor de la cibernética y Salomón Lefschetz, especialista en Topología y ecuaciones diferenciales. *Cfr. Testimonios...*, p. 30.

³¹⁶ Carlos Graef Fernández. “La investigación atómica...”, p. 11. Las cursivas son del autor y sirven para destacar la relevancia del acelerador de partículas Van de Graaff.

beneficios de las aplicaciones que se derivarían de los estudios realizados por científicos mexicanos. El Dr. Carlos Graef ofreció el 29 de agosto de 1955 un discurso con motivo de la inauguración del Congreso de Física, en el habló sobre cómo los vestigios de las culturas del pasado han dado cuenta de las actividades más importantes para los seres humanos de otras épocas. Por ejemplo, recuerda a los hombres prehistóricos que dejaron pinturas rupestres donde se observan escenas de caza. Los egipcios diseñaron grandes pirámides con las cuales se percibe como gran preocupación la vida después de la muerte. Las catedrales góticas dan cuenta del deseo de construir la casa de Dios. En los primeros años del siglo XX los grandes vestigios son los rascacielos que hablan de la actividad bancaria y empresarial. Sin embargo, para el Dr. Carlos Graef se vivía un cambio radical en la vida en la segunda mitad del siglo. Este se reflejaba en las construcciones actuales que superaban en tamaño a las anteriores. Si un arqueólogo del futuro se acerca al siglo XX observaría que el interés de los hombres de esta época fue la ciencia. Las señales serían la construcción de los grandes aceleradores de partículas y reactores nucleares. En suma, y en palabras del propio científico:

Puede creerse que la construcción de grandes aceleradores de partículas apenas ha empezado. Nuevas y más grandes y poderosas máquinas serán ciertamente construidas en un futuro cercano. Se están construyendo reactores de todas clases y se seguirán construyendo en número mayor en las próximas décadas.³¹⁷

En ese mismo discurso describe uno de los murales del pintor mexicano José Chávez Morado (1909-2002), ubicado en ese entonces en la Facultad de Ciencias. En el mural se encuentran figuras de la cultura griega, judía, árabe y azteca; todos ellos viajan en una serpiente emplumada a manera de embarcación. Su interpretación es que

³¹⁷ "Inauguración del Congreso de Física" en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F., vol. II, núm. 36, núm. 55, 5 de septiembre de 1955.

“Quetzalcóatl está invitando a todas estas culturas para que vengan a construir la cultura mexicana”. Y ello lo lleva a creer en la solidaridad de los científicos estadounidenses, presentes en dicho evento, en la construcción de la ciencia mexicana. Posteriormente el Dr. Carlos Graef Fernández ocupó los puestos de Asesor Científico de la Comisión Nacional de Energía Nuclear (1956-1963), gobernador por México del Organismo Internacional de la Energía Atómica (1960-1961), Director del Centro Nuclear de México (1964-1970), Presidente del Grupo de Expertos en Energía Nuclear (1971-1977), Coordinador General del Instituto Nacional de Energía Nuclear (1977-1978). El Dr. Carlos Graef Fernández también fue Jefe de la Sección Mexicana del Grupo de Estudios sobre Desalinización de Agua de Mar. En este sentido, el día 21 de octubre de 1964, el Dr. Carlos Graef dictó una conferencia de prensa en la Comisión Nacional de Energía Nuclear. El contenido principal fue destacar la posibilidad de transformar, con la ayuda de la energía nuclear zonas desérticas en cultivables, destilar el agua salada y convertirla en potable aprovechándola tanto para el consumo humano como en la agricultura. Los Drs. Nabor Carrillo y Carlos Graef Fernández juzgaron que la investigación científica, en el área de la física nuclear era “indispensable” por su relación con la tecnología y sus aplicaciones en la industria y en la agricultura.³¹⁸ Por ello, en México se requería de capacitar a personal científico y técnico en las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear; así como competir y alcanzar prestigio a nivel internacional, en particular, entre los países de América Latina.³¹⁹ Respecto a la importancia de la energía nuclear para la obtención de energía eléctrica pensaba que sus costos eran los mismos que los de la energía termoeléctrica. En una entrevista que le fue realizada explicaba que el 14% de la energía producida en Gran Bretaña era de origen nuclear y que la mitad de las plantas

³¹⁸ Carlos Graef Fernández. *Obra Científica...*, p. 513

³¹⁹ *Ib.* p.519.

que se construían para esas fechas en los Estados Unidos eran nucleoeeléctricas. El Dr. Carlos Graef Fernández, minimizó los efectos contaminantes de las plantas nucleares comparadas con las de otras industrias, llegando a lo que parece un exceso. Es decir, a afirmar que un “camión de diesel mal carburado afecta más la atmósfera que una planta nuclear”.³²⁰ Entre las asociaciones de las que formó parte el Dr. Carlos Graef destacan: su cargo como presidente del Seminario de Cultura Mexicana (1952-1953), la vicepresidencia de la Academia Nacional de Ciencias (1952), su pertenencia a la Academia Nacional de Ciencias, a la Sociedad Matemática Mexicana, a la Sociedad Astronómica Mexicana, a la *American Mathematical Society*, a la Sociedad Mexicana de Física y a la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística.³²¹

³²⁰ Enrique Loubet. “Utilidad del Centro Nuclear”, 25 de julio de 1970, p. 12-A.

³²¹ “Carlos Graef” en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F., vol. II, núm. 18, núm. 37, 2 de mayo de 1955, p. 6. Siguiendo con la discusión sobre desechos radioactivos, en México se analizan medidas que otros países guardan para sus propios desperdicios. Por ejemplo, enterrar los residuos nucleares en minas muy hondas de hasta 1.000 metros de profundidad. Sin embargo, este es un proceso que implica desde el almacenaje en tinacos de hormigón en las centrales nucleares, su transporte y posterior entierro en minas abandonadas. Algunos países buscan reducir riesgo encontrando depósitos en otras partes (Australia, Sudáfrica, México). Conviene destacar que los basureros nucleares implican la selección del sitio, el diseño, mantenimiento y controles después del cierre. En el proceso de clausura se realizan acciones tendientes a dejar la instalación “en condiciones seguras”, se cubren o sellan las áreas de disposición, se ordenan y guardan los documentos y se realizan análisis sobre las características del sitio. La idea es que el establecimiento proteja los desechos por cientos de años y que durante este tiempo se realicen controles institucionales (etapa de “post cierre”). Se supone que con los recursos destinados previamente se monitorea ambientalmente el sitio, se de mantenimiento a cercas y accesos, se lleven registros y se responda en caso de presentarse una contingencia. Por otro lado, en los Estados Unidos que cuentan con 103 plantas nucleares y que producen el 20 % de su electricidad tienen disposiciones sobre el tratamiento, acondicionamiento y depósito de la basura nuclear. El manejo de desechos de nivel bajo e intermedio lo realizan compañías privadas, mientras que los desechos de alto nivel y el combustible irradiado son tratados por una oficina especial establecida en 1982 por el Departamento de Energía. En los E.U. hay dos cementerios nucleares, uno en Barnwell, Carolina del Sur y otro en el desierto de Nevada, aproximadamente a 160 km. de Las Vegas. La opinión pública ha logrado detener la construcción de cementerios cercanos a poblaciones. Al respecto pueden consultarse:

1. Betancourt Posada, Alberto. *Invencción y desinvencción de los desechos nucleares 1939-1977. La huella ambiental de la carrera armamentista*. Tesis de maestría en historia México, UNAM-Facultad de Filosofía y Letras, 2001.
2. Cruz, Ángeles; Matilde Pérez. “Descarta la SSA anomalías por el depósito de residuos” en *La Jornada*. México, D.F. Diario, 25 de marzo de 1998.
3. “¿Cómo eliminar desechos nucleares?” *BBC Mundo.com*, 17 de mayo de 2006 (http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/science/newsid_4990000/4990338.stm)
4. “Con enorme pena y desencanto: presentarán a Felipe Calderón proyecto de cementerio nuclear (<http://cij.reduaz.mx/gama/boletin19.htm>)
5. Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos. *Management of Radioactive Wastes*, 1ª. Reimp., (s/l), 1960. CIDN, Desechos Radioactivos, 69.

5.1.5 El Dr. Manuel Sandoval Vallarta

El Dr. Manuel Sandoval Vallarta nació en la ciudad de México el 11 de febrero de 1899. Provenía de una familia con una buena posición económica, social y cultural. Estudió en el colegio de los hermanos maristas de la ciudad de México distinguiéndose entre sus compañeros por su inteligencia, dedicación y seriedad. Sus cursos de bachillerato los realizó en la Escuela Nacional Preparatoria de 1912 a 1916. Eran tiempos revolucionarios pero su interés por prepararse no mermó, tuvo la oportunidad de conocer al maestro Sotero Prieto, Juan Mancilla Ríos y José de las Fuentes. Contando con el apoyo de su padre, el futuro Dr. Manuel Sandoval Vallarta pensó en marcharse a estudiar a Cambridge, Inglaterra con Joseph Larmor pero la primera Guerra Mundial hacía peligroso viajar por barco a ese país. Entonces tuvo que elegir entre ir a Harvard o al MIT, decidiéndose por el último; presentó su examen de ingreso y para 1921 se recibió como Ingeniero Eléctrico. Pasó entonces al doctorado en el que, desde 1923, apoyó como ayudante al profesor Vennevar Bush (1890-1974). El profesor le sugirió investigar el fundamento matemático del cálculo operacional de Heaviside. Esto es un procedimiento algebraico para encontrar soluciones a las

-
6. Grajeda, Ella. "Cierre del cementerio nuclear piden colonos de Temascalapa" en *El Universal*. México, D.F. Diario, 1998.
 7. Hidalgo, Jorge Arturo. "Denuncian Daños por Radiaciones" en *Reforma*. México, D.F. Diario, 24 de marzo de 1998, p. 13.
 8. Jiménez Jacinto, Rebeca; Guillermina Guillen. "Piden investigar cementerio nuclear" en *El Universal*. México, D.F. Diario, 25 de marzo de 1998.
 9. "La amenaza nuclear. El caso de México". (<http://www.greenpeace.org/raw/content/mexico/press/reports/la-amenaza-nuclear.pdf>)
 10. Makhijani, Arjun. "Nuclear Power: No Solution to Global Climate Change" en *Science for Democratic Action. An Institute for Energy and Environmental Research Publication*, 1998, núm. 5. (<http://www.ieer.org/ensec/no-5/index.html>)
 11. _____. *Manifesto for Global Democracy: Two Essays on Imperialism and the Struggle for Freedom*, (s/l), The Apex Press, 2004.
 12. Molina, Gustavo. "Disposición de desechos radiactivos en Estados Unidos" en *Entorno nuclear* (<http://omega.inin.mx/publicaciones/documentospdf/Desechos%2044.pdf>)
 13. "Norma oficial mexicana NOM-028-NUCL-1996, manejo de desechos radiactivos en instalaciones radiactivas que utilizan fuentes abiertas". (http://www.cnsns.gob.mx/cnsns/otras%20disposiciones/028_nucl_1996.pdf)
 14. Zúñiga, Juan Antonio. "Responsabilizan a tiradero tóxico de deformaciones y muertes de niños" en *La Jornada*. México. Diario, 24 de marzo de 1998.

ecuaciones diferenciales que describen el comportamiento de circuitos electrónicos, así como de la propagación de ondas electromagnéticas en conductores. El Dr. Manuel Sandoval Vallarta obtuvo destacados resultados al confirmar matemáticamente que el método era correcto y da muestra de su trabajo en el programa de investigación de ingeniería eléctrica. Para 1924 el Dr. Manuel Sandoval Vallarta se doctoraba en Ciencias con la especialidad en Física. Su tesis se tituló: *El modelo atómico de Bohr desde el punto de vista de la relatividad general y el cálculo de perturbaciones*. En ella, el Dr. Manuel Sandoval Vallarta reflexionó sobre temas relacionados con lo que después se conocería como mecánica cuántica. Reconoció los límites de los modelos de atómicos y la creencia del movimiento del electrón alrededor del núcleo en una órbita definida. Demostró que las reglas de cuantificación de Wilson-Sommerfeld utilizadas para constreñir el movimiento del electrón a unas cuantas órbitas eran “totalmente artificiales” y no tenían “una justificación en la teoría”.³²² Para el Dr. Manuel Sandoval Vallarta entre los asuntos otros pendientes de la ciencia se encontraban la unificación de la mecánica cuántica, la relatividad espacial y la formulación matemática de una teoría gravitacional. Los estudios del Dr. Manuel Sandoval Vallarta estuvieron muy relacionados con los grandes descubrimientos en la física teórica. En 1927 obtuvo una beca de la fundación John Simon Guggenheim y se mudó a Berlín y Leipzig donde estudió con los más grandes físicos del mundo en ese momento incluyendo a Einstein, Planck, Schrödinger y Debye. De este modo continuó perfeccionando sus conocimientos y participando en el debate científico sobre la relatividad y gravitación general.³²³ El Dr. Manuel Sandoval Vallarta continuó en el MIT

³²² Instituto Nacional de Estudios Históricos de la Revolución Mexicana. *Manuel Sandoval Vallarta. Homenaje*. México, 1987. (Rotonda de los Hombres Ilustres), p. 17.

³²³ De acuerdo con el Dr. Marcos Moshinsky al estudiar de forma sistemática la obra del Dr. Manuel Sandoval Vallarta se observa “claridad en sus objetivos y madurez en el uso de las técnicas para alcanzarlos”. Se puede decir que su evolución fue progresiva y abarcó la mayor parte de los temas de frontera de su tiempo. Cfr. “Un precursor: Manuel Sandoval Vallarta”. Marcos Moshinsky. En Instituto

y fue nombrado profesor titular de Física desde 1939 hasta 1946. Decidió establecerse en los Estados Unidos y trabajó como profesor e investigador en el MIT. Se reconoce al Dr. Manuel Sandoval Vallarta su contribución en la modernización del Departamento de Física del MIT fortaleciendo la enseñanza de las matemáticas e introduciendo los planteamientos de la relatividad y la mecánica cuántica. Visitaba México una vez al año y participaba ofreciendo charlas y conferencias sobre temas de física en las reuniones que organizaba el maestro Sotero Prieto, ahí debieron interactuar el Dr. Nabor Carrillo y él. En México el Dr. Manuel Sandoval Vallarta realizó investigaciones experimentales sobre rayos cósmicos. En 1943 se realizó un estudio conjunto en el que participaron M. L. Perrusquía y Juan de Oyarzábal utilizando contadores Geiger. El Dr. Manuel Sandoval Vallarta también realizó trabajos sobre radioactividad atmosférica y precipitación radiactiva.³²⁴ Junto con el canónigo George Lemaître desarrolló la Teoría Lemaître-Vallarta (Teoría de la Radiación Cósmica) que constituyó una herramienta para el estudio de los rayos cósmicos y sus trayectorias, valiéndoles la nominación para el Premio Nobel de Física. Partiendo de que el campo magnético de la Tierra desvía los rayos cósmicos, determinaron que las partículas con carga positiva se dirigen al Occidente, mientras que las partículas con carga negativa lo hacen principalmente al Oriente. Su trabajo sobre rayos cósmicos fue consistente y fructificó en otros países de América Latina. Logró que se instalaran estaciones de rayos cósmicos y la creación en 1957 del Consejo Latinoamericano de Rayos Cósmicos. El Dr. Manuel Sandoval Vallarta compartió las teorías de G. D. Birkhoff sobre gravitación y se dio a la tarea de verificarla. Entre 1946 y 1949 se ubica un cambio en

Nacional de Estudios Históricos de la Revolución Mexicana. *Manuel Sandoval Vallarta. Homenaje...*, p. 45.

³²⁴ Los rayos cósmicos fueron descubiertos por primera vez en 1913 por el investigador Víctor Hess. Son considerados como todas aquellas partículas cargadas de electricidad que llegan a la Tierra provenientes del espacio exterior. Su descubrimiento le valió a Víctor Hess el Premio Nobel de Física en 1936.

la conciencia científica del Dr. Manuel Sandoval Vallarta. Hay algunas interpretaciones sobre las razones que lo motivaron a regresar a México. Una de ellas propuesta por Ruth Gall indica que el Dr. Manuel Sandoval Vallarta deseaba “elevar el nivel académico y crear una tradición científica de alto nivel” en el país³²⁵ Ruth Gall supone que el hecho se debió a la profunda crisis que generó la segunda Guerra Mundial y la dimensión destructiva de la bomba nuclear en los hombres de ciencia. El Dr. Manuel Sandoval Vallarta vio afectados de manera directa a muchos de sus antiguos profesores, condiscípulos y amigos suyos involucrados en el desarrollo de la bomba. La ciencia entonces no era neutra y los científicos tenían una responsabilidad en los usos del conocimiento.

El maestro Vallarta vive y canaliza la crisis de una manera muy positiva, no solo no rechaza ni a la ciencia ni a la cultura, sino las cultiva intensamente aunque ahora bajo un enfoque diferente.³²⁶

5.1.5.1 Aportes al fortalecimiento de la ciencia mexicana

El Dr. Manuel Sandoval Vallarta fue en México Subsecretario de Educación Pública (1953-1958), Director del Instituto Politécnico Nacional IPN de (1944-1947) y del Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados. CINEVESTAV. Fue Coordinador de la Investigación Científica en la UNAM, miembro fundador del Colegio Nacional en 1943, miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y Artes, de la Junta de Gobierno de la UNAM en 1946, del Consejo Consultivo de la Comisión Nacional del Espacio Exterior, fundador de la Sociedad Mexicana de Física (1952) y del Instituto Mexicano

³²⁵ Ruth Gall. “Profesor Vallarta: Científico y Humanista” en Instituto Nacional de Estudios Históricos de la Revolución Mexicana. *Manuel Sandoval Vallarta. Homenaje...*, p. 82.

³²⁶ *Ib.* p. 83, 91, 92. Para profundizar más sobre este tema puede consultarse: Luz Fernanda Azuela, “Manuel Sandoval Vallarta y la responsabilidad del hombre de ciencia” en *El pensamiento latinoamericano del siglo XX ante la condición humana*, Alberto Saladito, (coord.), julio 2006, versión digital. (<http://www.ensayistas.org/critica/generales/C-H/mexico/sandoval.htm>)

Norteamericano de Relaciones Culturales. Cabe mencionar que el Dr. Nabor Carrillo ocupó los mismos sitios, o similares, simultáneamente, o prácticamente después, de obtenerlos el Dr. Manuel Sandoval Vallarta. Por un lapso de 20 años el Dr. Manuel Sandoval Vallarta se encargó de la presidencia y vocal físico matemático de dos instituciones clave en la ciencia mexicana. Primero en la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (1943-1951), y segundo, de 1951 a 1963 en el Instituto Nacional de Investigación Científica, (INIC) que sustituía a la CICIC.³²⁷ El Dr. Marcos Moshinsky expone que muchos investigadores decían que los logros alcanzados por el INIC a cargo del Dr. Manuel Sandoval Vallarta fueron magros atribuyéndose a la estrechez presupuestal y a una actitud tímida, por parte del presidente. Dice el Dr. Marcos Moshinsky, quién compartió mucho tiempo estas opiniones:

Pero el tiempo me ha hecho reconsiderar esa posición. Don Manuel era un investigador y profesor de amplísima experiencia. Sabía las décadas necesarias para formar un investigador competente y las generaciones que se requieren para establecer una tradición científica. Quizás pensó que el fundar con prisa instituciones para las cuales no había en ese momento personal competente, significaría que éstas se llenarían de mediocres que luego cerrarían las puertas a los investigadores jóvenes capacitados. La validez de ese razonamiento la podemos ver con absoluta claridad hoy en día al analizar a muchas de las instituciones científicas y técnicas creadas antes de que se dispusiera de personal competente para ellas.³²⁸

Hay evidencia de que una de sus aportaciones a la ciencia mexicana fue su labor formativa de cuadros especializados en física. El Dr. Manuel Sandoval Vallarta realizó reuniones semanales para la discusión de temas de física-matemática en las que se procuraba contar con la presencia de especialistas extranjeros. El seminario había sido establecido en 1951 evocando a las reuniones con el Mtro. Sotero Prieto. Hoy en

³²⁷ Esta Comisión cambió de nombre en 1956 a Instituto Nacional de la Investigación Científica y desde 1970 es el CONACYT.

³²⁸ Cfr. Marcos Moshinsky. "Un precursor: Manuel Sandoval Vallarta" en Instituto Nacional de Estudios Históricos de la Revolución Mexicana. *Manuel Sandoval Vallarta. Homenaje...*, p. 55.

día el seminario subsiste en el Instituto de Física de la UNAM y lleva el nombre del Dr. Manuel Sandoval Vallarta. Su método de enseñanza consistía en escuchar y comentar los resultados de los trabajos pero nunca dirigirlos; de esta manera se aspiraba a la formación de científicos jóvenes, independientes y creativos.³²⁹ Una herencia adicional del Dr. Manuel Sandoval Vallarta fue auspiciar la creación y desarrollo en la CNEN de una importante biblioteca científico-técnica.

5.1.5.2 Su papel en la conducción del proyecto nuclear mexicano

El Dr. Manuel Sandoval Vallarta estaba convencido de que la energía nuclear tendría uso en los transportes y revolucionaría la vida social. Sin embargo, fue consciente de los efectos de la liberación de radiación por la detonación de las bombas nucleares.³³⁰

A principios de marzo de 1950 el periodista Guillermo Estrada entrevistó a los Drs. Carlos Graef, Nabor Carrillo y Manuel Sandoval Vallarta. El Dr. Manuel Sandoval Vallarta opinaba en relación a la bomba de Hidrógeno (H) que era necesario que todo el mundo se diera cuenta que las armas nucleares representan un gravísimo peligro para la civilización. Para él la energía nuclear debía ser utilizada con fines pacíficos; confiaba en que las grandes potencias llegaran a un acuerdo sobre la energía nuclear en la ONU, con lo cual se aseguraría su empleo en beneficio de la humanidad.³³¹ En relación a su papel en el desarrollo del programa nuclear mexicano el Dr. Manuel Sandoval había participado en la dirección de la prospección de uranio en 1946.

³²⁹ *Ib.* 84.

³³⁰ Se recomienda la lectura del texto: "Efectos de la posible utilización de las armas nucleares. Informe de U. Thant, Secretario General de la ONU, por el que transmite el estudio de doce hombres de ciencia de distintos países" en *Antología. Textos de Historia Universal de fines de la Edad Media al siglo XX*, Gastón García Cantú (comp.), 2da. ed. México, UNAM-Coordinación de Humanidades, 1985. (Lecturas Universitarias, 10). El estudio se presentó en 1968 y entre los científicos que participaron en su elaboración se encuentra el mexicano Alfonso León de Garay. El Dr. Alfonso León de Garay nació en Puebla en 1920, fue el responsable del programa de Genética y Radiobiología en la Comisión Nacional de Energía Nuclear a partir de 1960 y fundador de la Sociedad Mexicana de Genética en 1966.

³³¹ Guillermo Estrada Unda. La Bomba "H", FNCF en *Nosotros*, 4 de marzo de 1950, p. 14 y 17.

También formó una sección de energética que tuvo como objetivo conocer los recursos de con que contaba el país y prever la duración de las reservas disponibles. El estudio estuvo a cargo del Ing. Bruno de Vecchi y fue presentado preliminarmente en 1960. En el estudio se revisan no solo las fuentes de energía tradicionales como el carbón, el petróleo, el gas, las geotérmicas y las hidráulicas. Se revisaron otras fuentes de energía, que se consideran en su momento aún muy costosas, como la eólica, la solar y la derivada de las mareas. El pronóstico, “deliberadamente pesimista”, se dice para reducir márgenes de error, establecía que en 25 años México necesitaría emplear la energía nuclear como fuente energética primaria. Ello motivaba a considerar la exploración de los yacimientos de materiales radioactivos, la formación de técnicos, la creación de instituciones, así como la selección de reactores que pudieran funcionar adecuadamente con las materias primas del país.³³²

Su trabajo como Vocal en la CNEN (1956-1972)³³³ puede caracterizarse por promover la física básica y aplicada, la formación del personal técnico en el extranjero, la biblioteca y por mantener relación con organismos de energía nuclear en otras partes del mundo. El profesor emérito del MIT, Julius A. Stratton (1901-1994), sostuvo que el Dr. Manuel Sandoval Vallarta fue “el arquitecto principal” del programa científico del Instituto Nacional de Energía Nuclear, INEN.³³⁴ En relación a otros intereses del Dr. Manuel Sandoval Vallarta hay constancia que un 25 de octubre presentó una conferencia en el Colegio Nacional en la que habló sobre el proyecto Texcoco. De su intervención queda claro que compartió con el Dr. Nabor Carrillo las explicaciones

³³² Manuel Sandoval Vallarta. “La situación energética de México” en *Manuel Sandoval Vallarta. Homenaje...*, p. 117-124.

³³³ Cabe mencionar que como tal el INEN fue creado por ley en 1971, por lo cual la Comisión Nacional de Energía Nuclear cambio de nombre a INEN. En términos del desarrollo nuclear se dedicó a la planeación y construcción de la nucleoelectrica de “Laguna Verde”, la primera de su tipo en México. Cfr. (<http://sutin.org.mx/historia/page01.htm>; <http://omega2.inin.mx/acerca/inin/historia.cfm>)

³³⁴ Julius A. Stratton. “Manuel Sandoval Vallarta (1899-1977)” en *Manuel Sandoval Vallarta. Homenaje...*, p. 102. Ruth Gall. “Los Rayos C6smicos y sus Grandes Pioneros” en *Manuel Sandoval Vallarta. Homenaje...*, p. 95.

sobre las causas del hundimiento de la ciudad de México y las posibilidades de solucionarlo con un presupuesto “que podría pasar de los dos mil millones de pesos”. El proyecto pasaría por estudios sobre su factibilidad económica y una vez aprobado se ejecutaría entre 1970 y 1972. La planta tendría una producción de 9 metros cúbicos de agua potable por segundo y permitiría reestablecer el equilibrio hidrológico de la Cuenca del Valle de México. Se calculaba que se perdían alrededor de 1,000 millones de metros cúbicos de agua de origen pluvial al año a través del sistema del Río Moctezuma conectado con el Golfo de México. De realizarse dicho proyecto el costo por metro cúbico de agua sería de 80 centavos y por KW de energía eléctrica no pasaría de 15 centavos.³³⁵ Cabe señalar que el Dr. Manuel Sandoval Vallarta alcanzó el puesto de subdirector científico del Instituto Nacional de Energía Nuclear por el periodo de 1972 a 1977.

5.1.5.3 La ciencia como compromiso y posibilidad

El Dr. Sandoval Vallarta creyó que la ciencia se encarga de la búsqueda de la verdad objetiva. Por lo tanto, no se podía fincar ningún tipo de responsabilidad moral sobre ésta y la incertidumbre de sus aplicaciones para bien o para mal. Pero no ocurría lo mismo con el científico, ya fuera por su voluntad o bajo presión, tenía “la plena responsabilidad moral de sus actos”. Y en todo caso el moralista debería ser quién determinara si la finalidad del científico era moral o inmoral. El Dr. Manuel Sandoval Vallarta entendió que el interés de los políticos, los industriales y los militares en la ciencia y la investigación no eran gratuitos, porque respondían al ejercicio del poder. La solución que propuso para superar la disyuntiva entre progreso y estancamiento científico fue reducir las asimetrías entre el desarrollo de las ciencias matemáticas,

³³⁵ “Agua y Luz Baratas con Energía Atómica...”, p. 3-10; “Fórmula Para dar más Agua al D.F...”, p. 1.

físicas y biológicas con la política, la economía, las ciencias sociales y la ética.³³⁶

Defendió la libertad de conocimiento e investigación oponiéndose al monopolio de la ciencia por una nación. Creyó en las posibilidades de la ciencia mexicana y en sus aportaciones futuras a la ciencia universal. Asumió la responsabilidad social y ética del trabajo que solo podía ser orgánico, colectivo y conducto hacia la felicidad humana. Fue optimista respecto a la generación de grandes cantidades de energía a un bajo costo; y mostró preocupación por la política científica hablando de la necesidad de apoyar permanente la investigación científica para lograr la independencia y el desarrollo nacional.

Con frecuencia se acusa en nuestros países hispanoamericanos a los gobiernos que invierten dinero en la investigación científica y a eso llaman dilapidación, algunas gentes [...]

- Yo creo que no hemos llegado al punto de que en nuestros países se den cuenta las autoridades de que el dinero mejor invertido es el que se gasta en la educación del pueblo, y en la investigación científica. A mi modo de ver gran parte de nuestros problemas, volviendo al tema anterior, se deben a ese desequilibrio entre los procedimientos políticos y la realidad que nos rodea para resolver los problemas del mundo [...]

América puede demostrar ahora a los europeos que aquí también se está trabajando, que no tuvo razón Papini- en ocasión no lejana- al juzgarnos tan despectivamente [...]³³⁷

Pero su atención, además de la energía nuclear, también fue atraída por la cibernética disciplina de la que pensaba traería consigo fuertes cambios. El Dr. Vallarta vislumbraba que la cibernética conduciría a la automatización, a una nueva revolución industrial, y por tanto, a problemas obreros. Esto debido a que las fábricas

³³⁶ Manuel Sandoval Vallarta. "La Responsabilidad Moral del Hombre de Ciencia" en *Manuel Sandoval Vallarta. Homenaje...*, p. 125-128.

³³⁷ Rafael Heliodoro Valle. "Diálogos...", p. 7-8. Probablemente la referencia del Dr. Sandoval Vallarta alude a Giovanni Papini (1881-1956) controvertido intelectual italiano leído en las primeras tres décadas del siglo XX quién sostenía la superioridad intelectual y moral de los italianos respecto a otros pueblos del mundo. Para profundizar puede verse de: Giovanni Papini "Lúcido y contradictorio" y José Antonio Hernández García "Papini: el escepticismo de la cruz" en *La Jornada Semanal* suplemento de *La Jornada*. Directora General Carmen Lira Saade. México, D.F., núm: 607, 22 de octubre de 2006. (<http://www.jornada.unam.mx/2006/10/22/sem-giova.html>).

serían completamente automatizadas y no requerirían del trabajo humano. La cibernética propiciaría la modificación de la organización del trabajo y de la estructura social.³³⁸

5.1.5.4 Otros cargos y reconocimientos nacionales e internacionales

Entre otros puestos del Dr. Manuel Sandoval Vallarta, en relación a la energía nuclear, se encuentran: el ser Presidente de Delegación Mexicana en el Comité de Control Atómico en diciembre de 1946 y miembro de la misma en 1947. Representante mexicano en la inauguración del Sincrotrón en Brookhaven, UPTON, Nueva York, E.U. en 1950. Delegado a la Conferencia Internacional Usos Pacíficos de la Energía Atómica en 1955. Delegado al XI Congreso Internacional de las Naciones Unidas sobre Usos Pacíficos de la Energía Atómica en 1958. Jefe de la representación mexicana en la III Simposio Interamericano sobre Usos Pacíficos de la Energía Nuclear. Miembro de la Delegación Mexicana a la Asamblea del OIEA, 1961, 1962 y 1963. Miembro de la delegación mexicana al III Congreso de las Naciones Unidas sobre Usos Pacíficos de la Energía Atómica en 1964. Jefe De la Delegación Mexicana la Décima Asamblea del OIEA en 1966. Jefe de la Delegación mexicana ante el OIEA de 1967-68. Fue conferenciante en el MIT, en los laboratorios Nacionales de Argone y Brookhaven. Participó en el Seminario sobre Física de alta energía en el Centro Internacional de Física Teórica en Trieste en 1965. Fue Presidente de la Comisión de Energía Atómica de la ONU y en 68 Presidente de la XII Conferencia del Organismo Internacional de Energía Atómica. Gobernador representante de México en la Junta de Gobernadores del OIEA en 1966 y1967. Fue cofundador del Centro Internacional de Física Teórica (instancia auspiciada por la UNESCO) en Trieste, Italia. Presidente del Consejo

³³⁸ Manuel Sandoval Vallarta. “Los peligros de las Bombas Atómicas” en *Manuel Sandoval Vallarta. Homenaje...*, p. 129-132.

Científico de dicho Centro desde 1961 y hasta 1974. Fue miembro de la Academia Pontificia de Ciencia, miembro mexicano en la creación de Consejo Latinoamericano Cultural de la Organización de Estados Americanos. Se desempeñó como Presidente del Consejo Científico Latinoamericano de Física. Recibió el reconocimiento como Dr. *Honoris Causa* por la UNAM, fue nombrado Caballero de la Legión de Honor por el Gobierno de Francia y obtuvo el Premio Nacional de Ciencias Exactas en 1961.

CONCLUSIONES

Las conclusiones de esta tesis se exponen en tres partes, en la primera se presentan inferencias respecto a la historia del átomo y la energía nuclear en Occidente. En la segunda se discurre sobre la vida y obra del Dr. Nabor Carrillo en relación con la ingeniería y la educación. En la tercera se despejan las contribuciones del Dr. Nabor Carrillo en la configuración del programa nuclear mexicano.

1. El átomo y la energía nuclear en Occidente

La historia del átomo en Occidente se remonta a los primeros filósofos de la antigüedad. Desde entonces existió la intuición de que el universo se había originado de una partícula indivisible y eterna de la que se hacían depender las características de todos los cuerpos. La teoría atómica tuvo a varios exponentes a lo largo del tiempo, pasando por diferentes momentos. Desde el olvido, en algunos casos intencionado, hasta su recuperación, extensión o paulatina aceptación en las investigaciones y descubrimientos científicos. Las teorías atómicas se han relacionado, de una u otra manera, con la religión y la filosofía, particularmente, en sus ramas de metafísica y moral. A finales del siglo XIX, con el descubrimiento del electrón y la radiactividad, se fue construyendo un modelo aproximativo del átomo e investigando más sobre la característica de algunos elementos de emitir continuamente partículas. En las primeras tres décadas del siglo XX los científicos incrementaron sus conocimientos relacionados con el átomo y su núcleo. En este proceso fueron determinantes los hallazgos experimentales alcanzados gracias a aparatos de precisión. Grandes genios de la ciencia contemporánea como Max Planck, Albert Einstein, Louis de Broglie, Edwin Schrödinger y Werner Heisenberg construyeron el cuerpo de lo que se conocería más tarde como mecánica cuántica. Rutherford había logrado en 1919 el gran sueño de los alquimistas al transformar un elemento en otro, mientras que en 1938 la escuela alemana descubrió la fisión nuclear, con lo cual, fue posible la producción de grandes cantidades de energía. Para ese entonces el clima político europeo

experimentaba una transformación con el ascenso del nazismo en Alemania y los fascistas en Italia. El racismo hacia algunas minorías étnicas propició el exilio de importantes científicos que fueron recibidos en naciones “democráticas”; particularmente en los Estados Unidos, donde el gobierno se benefició de la fuga de cerebros para impulsar su propio programa nuclear. La ciencia se vinculó más con la política de Estado, es decir se ideologizó, mientras que la industria creció junto con el ejército. En plena segunda Guerra Mundial se informó a las autoridades de los Estados Unidos de la posibilidad de que los alemanes pudieran aprovechar la fisión nuclear en la construcción de armas de destrucción masiva. Arrancó así un costoso proyecto centrado en la construcción de un reactor y de las primeras bombas nucleares que a pesar de la virtual derrota de Japón, última nación del Eje en rendirse, así como de la oposición de cierto sector de científicos, fueron lanzadas dos de ellas sobre objetivos civiles. Con este hecho, los Estados Unidos buscaron posicionarse en la nueva geopolítica de posguerra caracterizada por la bipolaridad capitalista-comunista. Su aparato ideológico supo acallar y manipular los efectos devastadores de las bombas y ofrecieron al mundo una versión oficiosa y positiva del poder de los núcleos atómicos con fines pacíficos. En el discurso se habló de modo indiscriminado, y sin diferenciar, tanto de la “Era” atómica como de la “Era” nuclear. De manera general se entendió por ella: un periodo revolucionario en la historia de la humanidad que se reflejaría en la abundancia energética, la industrialización, la salud, la alimentación y la cultura superior. Por supuesto, se trató de una invención, de un sueño que parecía transformarse en una pesadilla llamada guerra nuclear. La lucha contra el monopolio estadounidense derivó en diversas reuniones entre las potencias mundiales en la recién fundada Comisión de Energía Atómica dependiente de la Organización de las Naciones Unidas evidenciando las distancias y fricciones entre los intereses de los Estados Unidos y los de la Unión Soviética. Sin acuerdos que pusiera fin a los problemas de raíz (control vs. desarme nuclear) y con desconfianzas mutuas entre las naciones desarrolladas, se crearon comisiones nacionales y proyectos nucleares con fines armamentistas e industriales. La competencia llevó a nuevas invenciones para aventajar a los rivales, sobre todo, en lo que al diseño de armas más

mortíferas se refiere (bomba de Hidrógeno). Para 1953 fue presentado por el presidente de los Estados Unidos Dwight D. Eisenhower el proyecto “Átomos para la Paz”. Entonces la política estadounidense que privaría en la Comisión Internacional de Energía Atómica se orientaría “al desarrollo nuclear con fines pacíficos”. Se favorecería el aprovechamiento de la generación de energía, se mejoraría y aumentaría la producción de alimentos e incrementarían las opciones para la atención de la salud. Los Estados Unidos darían facilidades de apoyo técnico a las naciones menos industrializadas para el estímulo de sus propios programas nucleares. Pero esta solo parece haber sido una medida política para garantizar el control nuclear en lugar del desarme.

En México, el impacto de las bombas nucleares nutrió diversas notas periodísticas y trabajos de divulgación en las que se popularizaron los conceptos de átomos, núcleos y energía nuclear. Los políticos reaccionaron dictando declaratorias y leyes para el control de las reservas de uranio (1945-1946). Lo cual establece la creencia de que los materiales radiactivos se convertirían en poco tiempo en la principal fuente energética en el mundo y en una industria con amplias posibilidades de explotación. Para la década de los cincuenta, por lo menos en el discurso, se comprometerían a ofrecer facilidades administrativas y procurar la solvencia económica de los costosos proyectos que se emprendieran, aunque más como un acto personal y hasta publicitario, que como una política sostenida y de mediano y largo plazo. En el ámbito científico, la labor de algunas mujeres y hombres de ciencia, mexicanos y extranjeros como: el maestro Sotero Prieto, Don Alfonso Nápoles Gándara, Don Mariano Hernández Barrenechea, Marietta Blau, Manuel Sandoval Vallarta y Ricardo Monges López habían contribuido, en mayor o menor medida, a la renovación y fortalecimiento de las matemáticas, la física y la ingeniería. Estos científicos fueron introductores y propulsores de nuevas teorías, fundadores o directores de instituciones científicas y de educación superior; además de actores clave en la formación de jóvenes estudiantes. Para 1945, el país contaba con un incipiente número de científicos egresados de las principales instituciones educativas de los Estados Unidos y Europa. Sin embargo, vivían con compromiso, vitalidad y entusiasmo y sobre todo mantenían la fe en el cultivo de la ciencia como medio para desarrollar al país

y solucionar sus grandes problemas nacionales. No obstante su número sería prácticamente insuficiente para atender las demandas del país, quizá hasta bien entrada la década de los años setenta.

El Dr. Manuel Sandoval Vallarta, amplio conocedor de la teoría de la relatividad y con experiencia en investigaciones en radiación cósmica tuvo bajo su coordinación la prospección de uranio en México. Otros científicos como Alberto Barajas y Carlos Graef Fernández se interesaron en difundir sus conocimientos sobre física atómica. En 1946, el gobierno de los Estados Unidos extendió una invitación al gobierno mexicano para enviar observadores a las pruebas nucleares del Atolón Bikini. Se decidió comisionar al Dr. Nabor Carrillo y a un agregado militar, probablemente acompañados de los Drs. Manuel Sandoval Vallarta y Carlos Graef Fernández. Los especialistas mexicanos antes mencionados tendrían una participación decisiva en lo que al desarrollo de la energía nuclear se refiere. Esta tesis se centró en la figura del Dr. Nabor Carrillo Flores y su contribución al programa nuclear.

2. Nabor Carrillo. Una aproximación a su vida y obra

El Dr. Nabor Carrillo nació en la ciudad de México el 23 de febrero de 1911. Fue hijo de Don Julián Carrillo Trujillo y Doña Maura Flores. Su padre fue un afamado músico que realizó su formación, en buena medida, gracias al apoyo del dictador Porfirio Díaz. Doña Maura fue una mujer sencilla a la que se atribuían las virtudes de su tiempo. En 1913 la familia Carrillo Flores se exilió en la ciudad de Nueva York, lugar en el que el Dr. Nabor Carrillo creció y realizó sus estudios de educación básica y media superior llegando a inscribirse en la carrera de ingeniero civil. Se sabe muy poco de la vida de la familia Carrillo Flores en los Estados Unidos, pero es un hecho que Nabor Carrillo creció en un ambiente cosmopolita y moderno. Muy probablemente la crisis económica de 1929 lo hizo regresar a México y retomar sus estudios en la Escuela Nacional de Ingenieros de la UNAM. Desde 1932 se incorporó a la UNAM como ayudante de la clase de matemáticas y al año siguiente como profesor. En 1934 consiguió una beca para estudiar con Blas Cabrera (1878-1945) en España pero su viaje no se concretó, así que decidió trabajar para la

Comisión Nacional de Irrigación, al mismo tiempo que se desempeñaba como profesor de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), de la Escuela Nacional de Ingenieros y de la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas (del curso de elasticidad). Entre 1935 y 1939 planeó la presa de arco de concreto llamada “La Angostura” en Bavispe, Sonora.

Desde muy joven, Nabor Carrillo, mostró tener grandes aptitudes científicas, especialmente para interpretar y elaborar modelos matemáticos de fenómenos físicos. A los 20 años de edad realizó un trabajo para el profesor Ricardo Toscano en el que analizó el campo gravitacional en la vecindad de la superficie terrestre. Carrillo demostró que las observaciones de la gravedad no coincidían con la hipótesis de un centro de atracción en el centro de la tierra y postuló un anillo de concentración de masa en el plano ecuatorial que satisfacía la estadística experimental. Por su originalidad, el estudio fue presentado en la Academia Nacional de Ciencias ante la presencia de sus maestros Sotero Prieto (1884-1935), Nápoles Gándara (1897-1997) y Toscano, por mencionar algunos. El Dr. Carlos Graef Fernández (1911-1988) se sorprendería al asistir al Congreso Internacional de Orbitas de Satélites Artificiales celebrada en Nueva York en 1957 y enterarse que una hipótesis similar a la de Nabor Carrillo era utilizada para calcular las órbitas de los satélites artificiales. El Dr. Nabor Carrillo consiguió otras becas con las que viajó a los Estados Unidos, lo hizo primero por medio de la UNAM y posteriormente por la Comisión Nacional de Irrigación. En sus visitas aprendió mecánica de suelos y dentro de este campo se interesó por la teoría y práctica de la fotoelasticidad.

Mecánica de suelos

El contexto nacional, su capacidad intelectual, su desempeño laboral y su atractiva personalidad contribuyeron a la obtención de una beca para estudiar en el extranjero. Llegó a la Universidad de Harvard donde realizó una brillante carrera obteniendo en tiempo record de dos años su maestría y doctorado como especialista en Mecánica de suelos. Karl Terzaghi y Arthur Casagrande, quienes fueran sus mentores, reconocieron su habilidad para aproximarse a los problemas teóricamente y ofrecer explicaciones de la

manera más simple. A su regreso, Carrillo se incorporó a tres instituciones de su momento: la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica, la Coordinación de Investigación Científica de la UNAM y a los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial. Sus intereses giraron entorno a la ingeniería y a la teoría de fotoelasticidad. El Dr. Nabor Carrillo promovió los estudios de Mecánica de suelos y ofreció explicaciones y soluciones para evitar el hundimiento de la ciudad de México. Lo que muestra en primer lugar, su interés por adoptar nuevos paradigmas científicos y técnicos para propiciar su cultivo en México. Y en segundo lugar, su continua búsqueda de soluciones científicas para el desarrollo y avance de la vida en México (evitar la destrucción del Centro Histórico). Como especialista participó en eventos internacionales, además de lograr la realización en México del VII Congreso Internacional de Mecánica de suelos. El Dr. Nabor Carrillo realizó consultorías a nivel internacional, por ejemplo en los Estados Unidos donde desarrolló su teoría de los Centros de Tensión para la explicación del hundimiento de la bahía de Long Beach, así como en Suecia y Egipto donde evitó la destrucción de edificios ancestrales. El Dr. Nabor Carrillo discurrió sobre otros temas de su tiempo relacionados con la ciudad de México, por ejemplo, sobre las condiciones necesarias para tener metro.

Coordinación de la Investigación Científica, (1944-1952)

Como Coordinador de la Investigación Científica, el Dr. Nabor Carrillo encausó las labores que en dicho sentido se realizaban en la UNAM. Sin embargo, en 1946 presentó abruptamente su renuncia al rector Salvador Zubirán; pero fue denegada por considerar que su permanencia era trascendente en la UNAM. Entre las propuestas que impulsó destaca la creación de la *Escuela de Graduados de la Facultad de Ingeniería de la UNAM que buscó estrechar los vínculos entre la universidad y la iniciativa privada con interés industrial*. El Dr. Nabor Carrillo también procuró el acercamiento con las universidades latinoamericanas y estuvo atento a la proyección de la educación superior en el ámbito nacional e internacional. Su gestión fue decisiva para la realización

de la III Conferencia General de la Asociación Internacional de Universidades efectuada en el país.

Rector de la UNAM, (1953-1961)

Como rector de la UNAM tuvo bajo su responsabilidad el traslado de las Escuelas y Facultades que constituían la Universidad y que se distribuían en el primer cuadro de la ciudad de México. Esta fue una tarea sin antecedente en la historia de la UNAM, de grandes dimensiones y de grandes retos por resolver. Con la Ciudad Universitaria se modernizó a la UNAM confiriéndole su rostro actual articulando a las Escuelas en un mismo espacio físico y con unidad orgánica. Su infraestructura facilitó y mejoró las condiciones para el ejercicio de la docencia y la investigación. *El Dr. Nabor Carrillo incrementó durante su rectorado el presupuesto para la UNAM de 22 a 150 millones de pesos anuales y destinó a la investigación científica, también por año, entre un 71.9% y 81.2%, más de lo ejercido con anterioridad. Estimuló la realización de eventos académicos en los que se reunió a una parte de la comunidad científica mexicana (Congreso de Física). Entre las creaciones más importantes de su gestión en la UNAM destacan: el Centro de Cálculo Electrónico que inició “la era de la informática” y las computadoras en México, la creación de la Facultad de Medicina, el Centro Médico universitario, el Jardín Botánico y la dotación de bibliotecas y laboratorios.*

Para la difusión del saber universitario se creó la Dirección General de Publicaciones, empezó a circular la *Gaceta UNAM*, se propulsó *Radio Universidad* y transformó a la Casa de Lago en un centro cultural extramuros. Durante su gestoría también se crearon instancias para agilizar los intercambios académicos y ofertar becas para realizar estudios en el extranjero. Se mejoraron los trámites escolares y se creó la Dirección de Servicios Sociales, entre otros.

El Dr. Nabor Carrillo favoreció la proyección de la UNAM en el ámbito nacional e internacional. *Contribuyó a brindar asistencia técnica a otras universidades e instituciones de educación superior, en relación a la ciencia.* Se pueden mencionar a la Universidad Autónoma de Monterrey, la Universidad

Veracruzana y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, lugares en los que *ofreció conferencias sobre energía nuclear*. De modo particular respondió oportunamente a los problemas universitarios de su tiempo, sobre todo a la sobrepoblación estudiantil que presentaba una seria amenaza al final de su rectorado. Creyó en los jóvenes, en la moral como elemento indispensable en las relaciones internacionales, en el acceso universal al conocimiento y la libertad de investigación. Reforzó sentimientos nacionalistas y estimuló las nociones de “alto destino de la patria”, progreso, justicia social, planeación, organización y porvenir.

En lo que a su posición política se refiere el Dr. Nabor Carrillo se alineó al partido oficial (PRI) y estableció una gestión de corporativización y cooptación similar a la del Estado, lo cual puede decirse, repercutió en la virtual ausencia de movilizaciones estudiantiles que directamente pusieran en jaque a la rectoría. Por las características universitarias de autonomía y libertad de cátedra, la CU se constituiría como caldo de cultivo para el surgimiento de movilizaciones sociales críticas del Estado. El Dr. Nabor Carrillo concluyó su rectorado agradeciendo los aprendizajes que la UNAM le había dado, con fe en los jóvenes y en el servicio a México. *El Dr. Nabor Carrillo fue el cimentador y principal proyector de la investigación universitaria, tanto en el ámbito científico como en el de las humanidades, en el periodo que abarcó su doble rectorado, (1953-1961)*. Desde ahí impulsaría la ingeniería, la educación, la infraestructura científica y tecnológica, la industria, la agricultura y las humanidades.

2. Nabor Carrillo y el proyecto nuclear mexicano 1946 a 1955

Como se vio, el programa nuclear mexicano se configuró dependiendo de un complejo contexto internacional marcado por el liderazgo y supremacía económica, científica y tecnológica de los Estados Unidos. Los Estados Unidos ofrecieron “oportunidades” para el aprendizaje del manejo de la energía nuclear en los países con poco crecimiento, lo cual favoreció a las empresas transnacionales cobijadas por sus respectivos gobiernos a exportar tecnología. Así se complejizaban las relaciones de dependencia-autonomía en el ámbito

científico tecnológico. Hablar del programa nuclear mexicano remite a la suma de ideas que convergieron en un mismo punto: la aplicación pacífica de los núcleos atómicos, con particular atención a la generación de energía eléctrica. Refiere también a múltiples temporalidades e intensidades de respuesta en las instituciones y en los actores sociales, además del papel del Estado y del gobierno como reguladores. En México, existieron al menos 2 programas importantes por sus resultados y consistencia, uno de ellos se realizó en la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica que cambiaría de nombre a Instituto Nacional de Investigación Científica bajo la dirección del Dr. Manuel Sandoval Vallarta. Se puede incluir como parte de éste la prospección de yacimientos de uranio, la construcción de contadores de partículas, los estudios para la construcción de un acelerador de partículas, una pila atómica y los relacionados con zonas áridas. El programa restante fue impulsado por el Dr. Nabor Carrillo Flores en la UNAM. Debe decirse que los programas no fueron el resultado de una labor estrictamente autónoma y sin participación recíproca de otros especialistas. Si bien es cierto que el Dr. Nabor Carrillo y científicos cercanos participaron del programa de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica, por lo menos en lo que a zonas áridas se refiere. También es justo decir que el Dr. Manuel Sandoval Vallarta, como figura principal y colaboradores de su institución participaron en la UNAM. Este hecho, sumado a los conflictos de interés que se produjeron entre el responsable del Instituto Nacional de la Investigación Científica y el rector de la UNAM indica que los recursos humanos eran escasos y se compartieron años antes, e incluso después, de la creación de la Comisión Nacional de Energía Nuclear

Antecedentes

Alrededor de 1948 se definieron los planes de estudio de la carrera de maestro en ciencias físicas que se dividió en dos especialidades, una correspondiente a físico teórico y otra a físico experimental. Cabe señalar la posibilidad de que la reforma se remonte a 1945. Hay dos hechos en los que participó directamente el Dr. Nabor Carrillo que tienen relación con la

energía nuclear. *El primero* ocurrió en julio de 1946 y consistió en la asistencia del Dr. Nabor Carrillo como parte de un equipo de mexicanos que asistieron a las pruebas nucleares de Bikini. El acercamiento a la energía nuclear lo llevó a estudiar la bibliografía existente sobre el tema. Una vez conocido el estado del arte participó en numerosas reuniones sobre energía nuclear con científicos extranjeros en los primeros foros internacionales convocados por la ONU. Con ello derivó ideas generales sobre los problemas más importantes de la energía nuclear que más tarde materializó gracias a los cruciales cargos administrativos que desempeñó dentro y fuera de la UNAM. *El segundo* fue la instrucción del rector Luis Garrido dada en noviembre de 1950 al Dr. Nabor Carrillo para integrar una *Comisión Universitaria* que tendría el objeto de abordar los problemas que implica la energía nuclear en toda su integridad, reconociendo la relevancia internacional del asunto que iba más allá de la física y abarcaba áreas como la medicina, la ingeniería, la industria e incluso a las ciencias económicas y sociales.

Programa nuclear en la UNAM

Luego de la reforma del programa de física de la UNAM en 1948 los investigadores de la Facultad de Ciencias y el Instituto de Física debieron plantearse la necesidad de contar con aparatos de investigación para la formación de la aún pequeña sección de física experimental en México. En 1950, estando en los Estados Unidos, el Dr. Nabor Carrillo supo de un cierto tipo de aceleradores de partículas y de sus aplicaciones. Entusiasmado regresó a México donde motivó a la comunidad de científicos, a otros universitarios y al gobierno mexicano para adquirirlo. El acelerador de partículas Van de Graaff, debe destacarse, fue el primer aparato desintegrador en América Latina. Con él, los científicos mexicanos de su momento esperaban iniciar la formación de especialistas en física nuclear experimental. Se reunió entonces el capital necesario para la compra y se decidió construir el Laboratorio de Van de Graaff de la UNAM en el que se albergaría. La creación del Laboratorio y la instalación del acelerador de partículas Van de Graaff en 1952 fue cubierto por la prensa como el momento en que México entraba a la “Era”

atómica. Esta realización se debe adjudicar principalmente al Dr. Nabor Carrillo y al Arq. Carlos Lazo, uno de los intelectuales más entusiastas, respecto al tema atómico. Gracias a la influencia del Dr. Nabor Carrillo se contó con la asesoría académica de importantes especialistas, entre ellos de W. W. Buechner. El Dr. Carlos Graef motivó a los jóvenes científicos mexicanos para estudiar los usos posibles del Van de Graaff que sumadas a las indicaciones de W. W. Buechner al Dr. Nabor Carrillo definieron el programa inicial del aparato. Entre sus usos se especificó realizar investigación en niveles de energía y a futuro se veía la posibilidad de enfocar los esfuerzos en la producción de rayos X, tratamiento de cáncer, esterilización de alimentos y biología. *El equipo del Laboratorio de Van de Graaff fue decisivo en la historia de la física nuclear en México. Ante las carencias financieras y de instrumentación, el equipo de trabajo se dio a la tarea de construir desde piezas hasta sus propios aparatos, repercutiendo en la creación de futuros laboratorios de instrumentación. El Van de Graaff sirvió para la realización de ciencia aplicada, experimental y la enseñanza de la física. Estimuló la creación de otras disciplinas y estudios relacionados con la radioactividad. Siendo en el área médica en la que se percibe un importante acercamiento entre la UNAM, la CNEN y el IMSS dando paso a la formación de físicos médicos y el desarrollo de la física médica como campo independiente. El Laboratorio de Van de Graaff se convertiría en un excelente espacio académico para la formación de especialistas nucleares que colaborarían en la CNEN y en el Instituto Nacional de Energía Nuclear que se diseminarian por todo el país en diferentes áreas. Y no sólo eso, continuarían con la búsqueda de fuentes alternativas de energía para hacer frente con anticipación a la futura crisis del petróleo. Por tanto, esta iniciativa de Nabor Carrillo resultó el paso más importante que se había dado en México hacia el desarrollo de verdaderos físicos nucleares experimentales.*

Mientras tanto en el INIC, el maestro Alejandro Medina realizaban estudios sobre teoría de reactores y para 1952 en cooperación con el Instituto Francés se promovían cursos sobre contadores de partículas, lo cual habla del interés mexicano tanto por la construcción de un reactor como por la prospección de yacimientos de materiales radioactivos.

Comisión Nacional de Energía Nuclear y Centro Nuclear de Salazar

Una vez construido un laboratorio donde se formaba a futuros científicos y técnicos nucleares, el siguiente paso fue la creación de una institución nacional que coordinara la investigación, sobre todo en lo que a control de materiales radiactivos, producción de radioisótopos y generación de energía eléctrica se refiere. Siendo rector de la UNAM, el Dr. Nabor Carrillo *fue impulsor de la creación de la Comisión Nacional de Energía Nuclear, (1955) y trabajó como vocal de la misma.* La creación de la CNEN no canceló los esfuerzos realizados tanto en la UNAM como en el INIC. Por el contrario, continuaron a sus propios ritmos y evolución. Los Drs. Nabor Carrillo y Manuel Sandoval Vallarta coincidirían en la CNEN aportando sus propias perspectivas y visiones de lo que debía ser el programa nuclear mexicano. Pasarían 8 años para la creación del Centro Nuclear de Salazar, espacio para la especialización técnica de físicos e ingenieros nucleares. *El Dr. Nabor Carrillo fue promotor de la creación del Centro Nuclear y la adquisición de un reactor para realizar investigaciones. Ambos hechos permitieron la concreción del proyecto nuclear mexicano dirigido a la generación de nucleoelectricidad.* Mientras vivió, el Dr. Nabor Carrillo supo posicionar su visión del desarrollo nuclear gracias al apoyo recibido por el Dr. Carlos Graef Fernández, quién se convertiría en el primer director del Centro Nuclear en 1964.

Otros proyectos relacionados con la energía nuclear, (1961-1967)

Una vez concluidas sus labores universitarias, el Dr. Nabor Carrillo se ocupó de otros de sus proyectos relacionados con la energía nuclear, algunos de ellos cobijados por la CNEN. Por ejemplo, en 1963 *los Drs. Nabor Carrillo y Carlos Graef Fernández estudiaron las posibilidades de un proyecto en el Noroeste del país que beneficiaría a México y a los Estados Unidos. Gracias a un reactor nuclear se esperaba desalinizar el agua de mar y utilizarla para consumo humano y la agricultura, impactando en el progreso material de comunidades deprimidas económicamente. En esta tarea quedaron de manifiesto algunos rasgos de la manera de operación del Dr. Nabor Carrillo que implicaban,*

entre otros el cabildeo, la negociación, la persuasión y pacto con socios potenciales, tanto en espacios formales como informales. En el año de 1964, el Dr. Nabor Carrillo habló sobre los costos estimados del uso de bombas nucleares en la construcción de canales interoceánicos. Entre ellas consideró varios lugares, incluyendo el Istmo de Tehuantepec. Cabe señalar que en la justificación que hacía de este procedimiento destacaba la ecuación de reducción de costo-tiempo y aumento de beneficio.

El Dr. Nabor Carrillo tuvo una predilección particular por el proyecto Texcoco, y no fue para menos, ya que *buscó ofrecer soluciones integrales a varios problemas. Entre éstas detener el hundimiento de la ciudad de México, tratar aguas residuales y negras, abastecer de agua y luz a bajo costo, detener las tolveneras, embellecer los alrededores de la ciudad de México y, si fuera poco, ofrecer alternativas de recreación para los habitantes. El proyecto utilizaría un reactor nuclear para la desalinización de agua, su uso en la agricultura y producción de energía eléctrica para el abasto de luz. La realización del proyecto Texcoco implicó un estudio exploratorio con el cual se determinó la poca factibilidad del mismo. Sobre todo por la alta salinidad del agua del lago, decidiéndose optar por las soluciones costeables y viables. El Dr. Nabor Carrillo murió antes de presentarse los resultados del estudio.*

Manejo de la energía nuclear y desarrollo nacional

El Dr. Nabor Carrillo *creyó en la importancia de desarrollar la ciencia mexicana. Confió en las capacidades de los mexicanos. Algunas de sus alternativas fueron: el cultivo de las ciencias físico matemáticas, la ciencia aplicada, la vinculación universidad-aparato productivo, fomento de la industria.* El Dr. Nabor Carrillo se involucró en las discusiones internacionales sobre ciencia, mostrando que era posible hablar de igual a igual con sus homólogos en otras partes del mundo. Para él, era una posibilidad pensar en la competencia mexicana con los países de Ibero América, además de contribuir al acervo de la ciencia y la ingeniería mundiales. Se confirmó que *el Dr. Nabor Carrillo al igual que científicos mexicanos asumieron una posición pacifista respecto al uso de la bomba nuclear.* En ese mismo sentido,

Carrillo reivindicó el papel social del científico defendiendo que los resultados de las investigaciones deberían dirigirse al beneficio de la humanidad y no a la destrucción como había ocurrido con la bomba. El Dr. Nabor Carrillo habló en repetidas ocasiones de la necesidad de luchar por abatir el monopolio del conocimiento nuclear. Fue clara su *búsqueda de autonomía y desarrollo político y material del país se sujetó a “excesos de velocidad” adoptando ramas científicas y tecnologías.* Se interesó en la colaboración internacional para el desarrollo de los pueblos. También se pronunció por establecer relaciones internacionales justas con equilibrio mundial abatiendo el terror y la angustia. *Creyó que México se beneficiaría al participar en los programas internacionales relacionados con aplicaciones pacíficas de los núcleos atómicos. Propuso soluciones, con suficiente antelación, a la amenaza del agotamiento de las fuentes energéticas como el carbón y el petróleo. El Dr. Nabor Carrillo quiso mejorar la calidad de vida, la salud, la alimentación, la industria y la ciencia mexicana. Sus propuestas se sujetaron a las tendencias y lineamientos internacionales, creyendo en el avance paralelo a los progresos en otras partes del mundo y replicación de investigaciones y proyectos de frontera.*

En síntesis, el Dr. Nabor Carrillo fue un ser humano con una gran complejidad. Por un lado se alineó al partido oficial y asumió una actitud política en la UNAM, semejante en algunos sentidos a la del Estado. En su profundo y sincero deseo de transformar al país de su atraso material, social y cultural tomó decisiones científico-tecnológicas apresuradas que en el fondo no resolvían las contradicciones entre autonomía y dependencia. Aún así habrá que considerar si posiciones del desarrollo nuclear mexicano más medidas y progresivas lo habrían resuelto en mejores términos, considerando el despliegue del sistema capitalista a la escala mundial. Por otro lado, su actitud en relación a los efectos nocivos de la radiación en los seres vivos fue contradictoria e incluso podría decirse que hasta irresponsable. Por otro lado, desde su llegada al país se comprometió con su futuro y buscó soluciones concretas a problemas humanos. Trató de desarrollar ramas científicas con oportunidad y en beneficio de los mexicanos. Se encargó de modernizar a la universidad y de ofrecer soluciones

a graves retos que enfrentaría en las décadas siguientes a su rectorado. Fue un visionario de la ciencia en México, un hombre desbordante, multifacético, vital, alegre, que dedicaba su pensamiento tanto a la teoría como a la práctica. Fungió como fundador, cofundador y propulsor de instituciones promotoras y coordinadoras de la educación y la ciencia, tanto en México como en América Latina. Realizó gestoría en todas las esferas a su alcance, díganse económicas, políticas, académicas, científicas e industriales para obtener recursos y mejorar las condiciones administrativas para el arranque de los programas e instituciones de los que fue fuerza motriz, entre estas, el Laboratorio de Van de Graaff de la UNAM, la Comisión Nacional de Energía Nuclear y el Centro Nuclear de Salazar.

COLOFÓN

Una de las funciones del historiador es explicar más que juzgar, y buscar el equilibrio entre distintas versiones, ajustándose lo más posible a la veracidad y a la objetividad. Se ha visto que existen dos posiciones encontradas, una a favor y otra en contra del uso de la energía nuclear. Para especificar, en estas líneas me refiero únicamente a la utilizada en la construcción de armas de destrucción masiva y a la generación de electricidad, excluyendo por ejemplo, las investigaciones en las que se estudian reacciones nucleares en los laboratorios. Para quién escribe, es claro que la literatura se ha politizado e ideologizado, en ocasiones los textos científicos son bastante optimistas respecto a la seguridad nuclear. En otros, algunos activistas antinucleares ofrecen apreciaciones no siempre convincentes sobre el quehacer científico. Para la toma de partido en estas líneas tuvieron mayor peso las evidencias de tipo histórico que se lograron reunir en este trabajo. Entre ellas se pueden mencionar: la relación entre intereses nacionales y extranjeros para el manejo de determinadas tecnologías de punta, los riesgos que implican su uso en niveles incipientes de desarrollo, la dependencia económica, científica y tecnológica. También fue importante la observación de la geopolítica actual, en particular de los ajustes en las relaciones de poder-resistencia entre los diversos bloques regionales y el ascenso de los movimientos terroristas. Alrededor de la industria nuclear se observó una fuerte tensión entre intereses privados, seguridad nacional, desarrollo sostenido, salud y medio ambiente. En este sentido, la posición que hasta este momento puedo guardar con la información de la que se dispuso en relación a la energía nuclear es la siguiente:

Tecnologías energéticas: relación costo-riesgo-beneficio

1. Los riesgos en términos ecológicos, sanitarios, políticos y militares son considerablemente superiores si se utilizan tecnologías nucleares que si se manejan tecnologías alternativas.

2. Sin embargo, las tecnologías alternativas de generación eléctrica representan por el momento costos elevados y voltajes limitados. Habrá que dedicar atención a los proyectos en proceso que podrían demostrar capacidad de suministro y competitividad.

3. México cuenta con recursos humanos capacitados científica y técnicamente en física nuclear. Inyectar recursos en tecnología nuclear o en tecnologías alternativas equivale por igual a una mayor carga para el país en términos de dependencia de algunos organismos internacionales como podrían ser el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional.

4. Aún así, me parecería preferible invertir en tecnologías alternativas que en el programa nuclear mexicano.

Programa estratégico de energéticos en México

1. En la definición del futuro energético mexicano será importante la reflexión, discusión y participación de los distintos actores sociales.

2. En lo que a mí concierne, puedo decir que no soy favorable al desarrollo nuclear, en los términos que especifiqué. Aunque debo reconocer que me parecería muy limitado discutir el futuro de la nucleoelectricidad en términos de todo o nada, es decir, en apostar el capital y el esfuerzo a un programa nuclear “recargado” o a la exclusiva búsqueda de fuentes alternativas de electricidad. Mi experiencia, sobre todo a raíz de lo ocurrido en la huelga de la UNAM (1999-2000), y con todas las distancias que guardan, me lleva a creer que cuando los actores políticos no son capaces de ceder para ganar y posicionar aspectos de sus respectivas plataformas solo puede producirle la imposición de unos respecto a otros sin solucionar o distender los conflictos. Lo anterior suele ocurrir con cierta frecuencia en la realidad ya que tiene múltiples dimensiones, tiempos de evolución y grupo de interés.

3. Por lo anterior, creo posible la discusión de un programa mixto, multisectorial y multidisciplinario que considere invertir e investigar tanto en energía nuclear como en la sustitución tecnológica basadas en fuentes alternativas de electricidad con una inyección de recursos que le sea equiparable.

4. *En ese supuesto el desarrollo nuclear debería limitarse a su mínima expresión y mantenerse como una opción a muy largo plazo, es decir una vez agotadas las posibilidades de uso de otras fuentes de energía.*
5. *Se podrían fortalecer y acelerar los programas pilotos a base de hidrógeno, energía eólica, marina y sobre todo solar participando activamente en los trabajos que se realizan a nivel mundial.*
6. *Al mismo tiempo sería posible especializar a más físicos nucleares en centros internacionales para abordar aspectos de fusión nuclear con materiales no radioactivos.*
7. *Se debería privilegiar la seguridad radiológica y el manejo responsable de los desechos radioactivos, lo cual desde mi posición es el punto más débil del manejo nuclear.*

Geopolítica Latinoamericana y seducciones militaristas

1. *El tema nuclear está aumentando su relevancia internacional sobre todo a raíz del reacomodo de países estratégicos, derivado por un lado, de la caída de los sistemas comunistas, y por el otro, del desarrollo capitalista y la centralidad del abasto de petróleo en dicho sistema económico.*
2. *La guerra atroz a que han llevado los Estados Unidos a diversas naciones del mundo favorece el resurgimiento de los planes nucleares con fines bélicos, los países nuclearizados construyen más bombas en lugar de reducir su número.*
3. *Hay evidencia que apunta hacia la posible nuclearización de Argentina y Brasil con fines armamentísticos.*
4. *Es importante descartar si el proyecto de inversión en un mayor programa nuclear en México, que incluiría un reactor adicional para Laguna Verde y una nueva planta nuclear en el país, es o no una reacción al reacomodo de fuerzas en Latinoamérica.*
5. *Se debe fortalecer la posición mexicana en relación al Tratado de Tlatelolco manteniendo el área libre de armas nucleares, ya sean para su uso militar o para la ingeniería civil.*

Escenarios de la energía nuclear en el mediano y largo plazo

Las perspectivas oficiales en relación al uso de la energía nuclear apuntan al incremento de la potencia de generación eléctrica en todos los países que cuentan con dicha tecnología. Las fuentes disidentes sobre el uso de la energía nuclear indican que la tendencia, sobre todo en Europa es limitar los programas nucleares. El caso Nabor Carrillo demuestra que los pronósticos energéticos han tenido serias limitaciones y que tiene costo tanto actuar por alarma como hacerlo fuera de tiempo. Sin duda es importante la planeación de la manera más clara que permita definir un programa viable, paulatino, más seguro y menos costoso. Lamentablemente de continuar con la tendencia actual de nuclearización mundial el discurso alarmista de desabasto de energía eléctrica servirá para ocultar, como no ha dejado de ocurrir en otros momentos, los diversos planes de “seguridad nacional” con el que las potencias regionales pueden llevar a la humanidad a la predicha “paz de muerte” de la energía nuclear. El programa nuclear mexicano es uno de los cabos sueltos que la administración del presidente Vicente Fox Quezada deja sin resolver a la administración del cuestionado presidente Felipe Calderón Hinojosa, y en el cuál la participación ciudadana será determinante para la determinación del rumbo energético que entre todos y todas deseamos.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ARCHIVOS y CENTROS DE INFORMACIÓN

- CESU/Archivo Histórico de la Universidad Nacional Autónoma de México, AHUNAM
 - Fondo Nabor Carrillo Flores, FNCF
 - Fondo Rectoría, FR
- Archivo Histórico del Instituto Mexicano del Seguro Social, AHIMSS
- Centro de Información y Documentación Nuclear del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, CIDN
- Fílmoteca de la UNAM, FM
- Hemeroteca Nacional, HN

BIBLIOTECAS

- Biblioteca Central, UNAM.
- Biblioteca de la Facultad de Arquitectura de la UNAM, FA-UNAM
- Biblioteca de la Facultad de Ciencias, FC-UNAM
- Biblioteca de la Facultad de Filosofía y Letras, FFy L-UNAM
- Biblioteca del Instituto de Física, IF-UMAM
- Biblioteca del Instituto de Investigaciones Históricas, IIH-UNAM
- Biblioteca del Instituto de Investigaciones Jurídicas, IIJ-UNAM
- Biblioteca del Centro de Estudios sobre la Universidad, CESU-UNAM
- Biblioteca de El Colegio de México, COLMEX
- Biblioteca Nacional, BN

OBRAS DE NABOR CARRILLO

Tesis

Ejemplar impreso de la tesis que para obtener el título de Ingeniero Civil, presentó Nabor Carrillo Flores. El trabajo se intitula “Principios de Fotoelasticidad”. FNCF, Formación Académica. Tesis, caj. 1, exp. 02, doc. 03, 1938.

Tesis que para obtener el grado de Doctor en Ciencias, en el campo de Mecánica de suelo, presenta Nabor Carrillo. El trabajo se intitula “Investigation on Stability of Slopes and Foundation”. (Copia mecanográfica). FNCF, Formación Académica. Tesis, caj. 1, exp. 03, doc. 05, 1942.

Programas

Programa del Curso de estructuras Especiales que imparte el Dr. Nabor Carrillo en la Escuela Nacional de Ingeniería de la UNAM. FNCF, Desempeño Profesional. UNAM. Docencia, caj. 1, exp. 7, doc. 19, julio de 1944.

Libros

El hundimiento de la ciudad de México. Proyecto Texcoco. México, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 1969.

Proyecto Texcoco. Memorias de los Trabajos realizados y conclusiones. México, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 1969.

Artículos

Casagrande, Arthur. “Nabor Carrillo y la Mecánica de Suelos” en *El hundimiento de la ciudad de México. Proyecto Texcoco.* México, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 1969.

“Las pruebas de Bikini”. Apéndice del libro *El Mundo Atómico* que se publicaría en la Editorial Albatros, S.A. FNCF.

“Perfil de un talud plástico de resistencia uniforme”; “Perturbación de un campo circular rígido en un campo circular de esfuerzo uniforme”; “Influencia de la rigidez de una losa rectangular en los asentamientos y reacciones de un suelo elástico”; “Propagación de ondas en medios elastoplásticos”; otros, en Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica. *Anuarios.* México, 1943, 1944 y 1947.

Discursos y ponencias

Discurso ante la Tercera Conferencia General de la Asociación Internacional de Universidades. México, D.F., 1960. *Apud Semblanza de Nabor Carrillo. Efrén del Pozo*, p. 2.

“Discurso del Rector en la inauguración del Congreso de Física” en *Gaceta de la Universidad.* México, D.F. Semanal, vol. II, núm. 36, núm. 55, 5 de septiembre de 1955.

“Influencia de los pozos artesianos en el hundimiento de la Ciudad de México” en *Memorias del II Congreso Internacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones,* Holanda, 1948.

Invitación a dos conferencias dictadas por el Dr. Nabor Carrillo en la Universidad de Costa Rica el 31 de Julio de 1952. FNCF, caj., exp. 27, doc. 38.

“Subsidence in the Long Beach-San Pedro, Cal Area” *Report on Subsidence in the Long Beach-San Pedro Area. Stanford Research Institute,* California, 1949 en *El hundimiento de la ciudad de México. Proyecto Texcoco.* México, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 1969.

Entrevistas

“Habrá especialistas mexicanos para uso pacífico de la energía nuclear” en *El Norte*, Monterrey, Nuevo León. Diario, 13 de febrero de 1952.

Poniatowska, Elena. “Nabor Carrillo” FNCF, caj. 5, exp. 28, doc. 42 en *México en la Cultura*. Dir. Fernando Benítez. Suplemento de *Novedades*. México, D.F. Semanal, 2ª. época, núm. 461, 12 de enero de 1958.

_____. “Entrevista a Nabor Carrillo”. AHUNAM. FNCF, Sección: Homenajes; caj. 4, exp. 19, 1953.

Notas periodísticas sobre viajes y declaraciones

“Algunas reflexiones sobre la investigación atómica” en *Gaceta de la Universidad*, vol. 1, núm. 9, 18 de octubre de 1954, p. 4.

“El Dr. Carrillo, a la conferencia de Ginebra” en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F., Semanal, vol. II, núm. 32, 8 de agosto de 1955, p. 3.

Gutiérrez, Francisco. “Posición de la UNAM en Jalapa” en *El Dictamen. Diario Independiente*. Dir. Juan Malpica Silva. A. 57, núm. 16131. FNCF, caj. 5 exp. 30, doc. 73.

“Isótopos Radiactivos para Medicina, Industria y Agricultura” en *El Universal*. México, D.F. Diario, 12 de agosto de 1964. FNCF, caj. 5 exp. 38, doc.157.

“Nabor Carrillo Habló Ante Rotario” en *Excelsior*. México, D.F. Diario, 12 de agosto de 1964.

“Presente y Futuro de la UNAM” en *Tiempo*, Sección de Educación, 27 de febrero de 1953, p. 35-7.

“Que la Energía Atómica Puede Crear Generación de Hombres Monstruosos” en *El Sol*. México, D.F. Diario, 12 de febrero de 1952.

Rivero, Oscar del. “Frena el Temor Irracional el uso de la Energía Nuclear” en *El Universal*. México, D.F. Diario, 12 de agosto de 1964. FNCF, caj.5, exp.38, doc. 151.

Notas periodísticas sobre reconocimientos y homenajes póstumos

“Acto Académico a la Memoria de Nabor Carrillo Flores”, 20 de marzo de 1967. FNCF, caj. 5, exp. 41, doc, 204.

“Doctor Nabor Carrillo. Nuevo Presidente” en *El Universal*, 12 de febrero de 1966. FNCF, caj. 5, exp. 40, doc. 191.

“En Memoria del Doctor Nabor Carrillo” en *Excelsior*, 23-A., 22 de abril de 1967. FNCF, caj.5 exp. 41, doc. 214.

Loubet, Enrique. “Utilidad del Centro Nuclear” en *Excelsior*. México, D.F. Dir. Julio Scherer García. Año. 25 de julio de 1970, LIV, tom. IV, núm. 19, 494.

Moshinsky, Marcos. “Vidas Paralelas. Nabor Carrillo y Javier Barros Sierra” en *Excelsior*, 7-A., 21 de agosto de 1971. FNCF, caj. 5, exp. 44, doc. 221.

“Premio Nacional de Ciencias Exactas al Dr. Nabor Carrillo” en *Ovaciones. Diario de México*. México. D.F, 3 de diciembre de 1957. FNCF, exp. 32, doc. 88.

Quintanilla, Luis. “Nabor Carrillo Flores”. FNCF, caj. 5, exp. 41, doc. 205.

FUENTES DOCUMENTALES

Aclaración de Alejandro Medina de las causas por las que se separó del Instituto de Química, 10 de junio de 1952, FNCF, Desempeño Profesional. UNAM. Coordinación de la Investigación Científica, exp. 09, doc. 132.

Acreditación que el Rector Luis Garrido concede al DR. Carrillo para que promueva la labor científica en los países latinoamericanos, 20 de junio de 1952. FNCF, Formación Académica. Nombramientos y títulos. Exp. 06, doc. 16.

Acreditación que el Rector Luis Garrido concede al Dr. Nabor Carrillo para que promueva la labor científica en los países latinoamericanos, 20 de junio de 1952. FNCF, Formación Académica. Nombramientos y títulos, exp. 06, doc. 17.

Apuntes de Rayos Cósmicos “Teoría Sandoval-Laimaître”, [s.f.], (manuscritos), FNCF, Sección 3ª. Subsección: Temas recopilados por Nabor Carrillo Flores. Serie Apuntes, caj. 3, exp. 18, 5 fojas.

Carta de Vitta Tejeira Suatos estudiante de la Universidad de Panamá a Nabor Carrillo solicitando información sobre institución italiana que llevó a cabo experimento por medio de radiactividad y se curó un cáncer en completo desarrollo, 7 de agosto de 1952. FNCF, doc. 141.

Certificado del acta de examen profesional expedido por el Dr. Efrén C. del Pozo, Secretario General. FNCF, Formación Académica. Nombramientos y títulos, caj. 1, exp. 4, doc. 6.

Comunicado del Dr. Salvador Zubirán, Rector de la Universidad Nacional en que se le comunica su nombramiento de Asesor Técnico de la Delegación de México ante las Naciones Unidas, 4 de junio de 1946. FNCF, Formación Académica. Nombramientos y títulos, caj.1, exp. 5, doc. 10.

Correspondencia del agregado cultural de la Embajada de Francia en México sentando las bases para un intercambio de hombres de ciencia, 4 de abril de 1952. FNCF,

Desempeño Profesional. UNAM. Coordinador de la Investigación Científica. caj. 1, exp. 09, doc. 123.

Dos nombramientos de profesor de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentación que deberá impartir en la Universidad de Harvard, 6 de junio de 1949. FNCF, Formación Académica. Nombramientos y títulos, exp. 5, doc. 14.

Dos solicitudes de licencia que solicita el Dr. Carrillo al Director de la Escuela Nacional de Ingeniería, para asistir a eventos científicos, 28 de septiembre de 1945. FNCF, Desempeño Profesional. UNAM. Docencia, caj. 1, exp. 07, doc. 20.

Diploma del Club Internacional de Estudiantes. Escuela de Verano. UNAM. FNCF, caj. 4. exp. 19, doc. 581.

Instituto Mexicano Norteamericano de Relaciones Culturales, A.C. *Homenaje al Doctor Nabor Carrillo*, 6 de febrero de 1968. FNCF, caj. 4. exp. 20.

Memorando confidencial que el Dr. Nabor Carrillo dirige al licenciado Jesús Silva Herzog dando pormenores de sus actividades profesionales, [s.f.] FNCF, Formación Académica. Currícula, 1, exp. 01, doc.01,

México. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. *Informe de la Comisión Nacional de Energía Nuclear*. México, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, 1963.

México. Secretaría de la Presidencia de la República. *México a través de los informes presidenciales. Los mensajes políticos*. México, Secretaría de la Presidencia, 1976, vol. 1.

México. Secretaría de Relaciones Exteriores. *México: Relaciones de Tratados en vigor*. México, Secretaría de Relaciones Exteriores, 1988.

México, *XLIII Legislatura, Diario de los debates de la Cámara de Diputados del Congreso de los Estados Unidos Mexicanos*, 2 de diciembre de 1955, año 1, tom. 1, núm. 32,

Nombramiento dado al Dr. Nabor Carrillo como Presidente del Consejo Directivo de los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial, 14 de junio de 1949. (Copias fotostáticas y mecanográficas). FNCF, Formación Académica. caj. 1, exp. 5, doc. 13.

Nombramiento de Delegado de México a la Conferencia de la Organización Educativa, Científica y Cultural de las Naciones Unidas, dado por el subsecretario del despacho, Manuel Tello, 25 de octubre de 1946. FNCF, Formación Académica. Nombramientos y títulos, caj. 1, exp. 5, doc. 10.

Nombramiento de investigador de Mecánica de Suelos en el Instituto Nacional de la Investigación Científica de la Universidad Nacional, 11 de mayo de 1951. FNCF, Formación Académica. Nombramientos y títulos, caj. 1, exp. 06, doc. 16.

Nombramiento del Licenciado Manuel Gual Vidal, Secretario de la Delegación Mexicana ante la UNESCO, para que el Dr. Nabor Carrillo sea asesor de la Delegación Mexicana en la Segunda Conferencia de la UNESCO, 29 de octubre de 1947. FNCF, Formación Académica. Nombramientos y títulos, caj. 1, exp. 5, doc. 11.

Nombramiento de representante de la Universidad Nacional en la Conferencia Internacional de Universidades, 27 de noviembre de 1950. FNCF, Formación Académica. Nombramientos y títulos, caj. 1, exp. 6, doc. 15.

Nombramiento del segundo Subsecretario de Relaciones Exteriores al Dr. Nabor Carrillo como delegado alterno de México a la Quinta Reunión Ordinaria de la Conferencia General del Organismo Internacional de Energía Atómica, 22 de septiembre de 1961. FNCF, Formación Académica, Nombramientos y títulos, caj. 1, exp. 6, doc. 18.

Notificación del director de la Escuela de Graduados sobre los requisitos para diez becas en los Estados Unidos para cursos sobre Mecánica de Suelos, 2 de abril de 1952. FNCF, Desempeño Profesional. UNAM. Coordinador de la Investigación Científica, exp. 9, doc. 122.

Oficio del Dr. Luis Garrido, Rector de la UNAM en que notifica sobre la apertura de becas en el Reino Unido, 29 de mayo de 1952. FNCF, Desempeño Profesional. Coordinador de la Investigación Científica, caj. 7, exp. 09, doc. 127.

Oficio del Dr. Salvador Zubirán, Rector de la Universidad Nacional rechazando la renuncia del Dr. Nabor Carrillo al Cargo de Jefe del Departamento de Investigación Científica, 25 de marzo de 1946. FNCF, Desempeño profesional. UNAM. Coordinación de la Investigación Científica, caj. 1, exp. 8, doc. 26.

Oficios de Francisco Castillo Nájera, Ministro de Relaciones Exteriores notificando al Dr. Carrillo que ha sido comisionado por el Presidente de la República para presenciar la prueba atómica en el Atolón Bikini, 24 de mayo de 1946. FNCF, Formación Académica. Nombramientos y títulos, caj. 1, exp. 5, doc. 10.

Oficio de Nabor Carrillo explicando al Ingeniero Adolfo Orive, vocal ejecutivo de la Comisión Nacional de Irrigación que pronto le enviará los documentos que comprueben sus estudios, 11 de julio de 1941. FNCF, Formación Académica. Nombramientos y títulos, caj. 1, exp. 5, doc. 7.

Oficio del nombramiento de representante de la Universidad Nacional ante el Congreso Mexicano-Norteamericano de Investigaciones Industriales en la Ciudad de Chicago, Illinois, E.U, 24 de septiembre de 1945. FNCF, Formación Académica. Nombramientos y títulos, caj. 1, exp. 5, doc. 9.

Oficio del Rector Zubirán dirigido al Secretario de la Economía Nacional en la que le comunica que la Universidad Nacional ha designado a Nabor Carrillo, su representante en el Consejo Directivo de los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial, 21 de enero de 1948. FNCF, Formación Académica. Nombramientos y títulos, caj. 1, exp. 5, doc. 13.

Oficios sobre el viaje que hace el Dr. Carrillo a Sudamérica para visitar a las instituciones que pertenecen a la Unión de Universidades de la América Latina, [s.f.] FNCF, Desempeño Profesional. UNAM. Coordinador de la Investigación Científica, caj. 1, exp. 09, doc. 134.

Palabras del Dr. Agustín Ayala-Castañares, con motivo de la ceremonia en que se impondrá el nombre Nabor Carrillo, al Auditorio de la Coordinación de la Investigación Científica, 18 de febrero de 1980. FNCF, Serie Homenajes Póstumos, caj. 4, exp. 20, doc. 607.

Palabras del licenciado Raúl Cardiel Reyes, en la escuela Secundaria Federal número 88. “Dr. Nabor Carrillo Flores” en la ceremonia de Revelación de su retrato”, 21 de agosto de 1967. FNCF, caj. 4, exp.20, doc. 592.

Palabras pronunciadas, el 18 de diciembre de 1967, por el Embajador de Francia, señor Jacques VIMONT, con motivo de la entrega de las insignias del grado de Comendador de la Orden Nacional del Mérito otorgado al señor Doctor Nabor CARRILLO FLORES. FNCF, caj. 4, exp. 20, doc. 594.

Palabras pronunciadas por el Dr. Carlos Graef Fernández, en la inauguración de la Escuela Primaria “Nabor Carrillo” en la Delegación de Contreras el 23 de febrero de 1978. FNCF, caj. 4, exp. 20.

Palabras pronunciadas por Nabor Carrillo con Motivo de la imposición del Nombre de “Dr. Nabor Carrillo” a la Escuela Primaria ubicada en San Bernabé Ocotepéc, 23 de febrero de 1978. FNCF, caj. 4, exp. 20, doc. 605.

Palabras pronunciadas por Nabor Carrillo, en la ceremonia de develación del monumento erigido a la memoria del doctor Nabor Carrillo, en la Rotonda de los Hombres Ilustres, 23 de febrero de 1981. FNCF, caj. 4, exp. 20, doc. 209.

Recommendations of Laboratory for Nuclear Science and Engineering. Massachusetts Institute of Tecnology. FNCF, caj. 1, exp. 09, doc. 213.

Carta de W.W. Buechner a Nabor Carrillo. Massachusetts Intitute of Tecnology. Departament of Psysics, 10 de marzo de 1952. FNCF, caj. 1, doc.119.

“Seaborg depicts atom era in 1980” FNCF, caj. 5, exp. 36, doc. 143.

Semblanza de Nabor Carrillo. Efrén C. del Pozo. Palabras en la ceremonia de revelación de la placa que lleva su nombre en homenaje al Dr. Nabor Carrillo, el 18 de enero de 1975. FNCF, caj. 4 exp. 20, doc. 602.

Semblanza del Doctor Nabor Carrillo, [s.f.] FNCF, caj. 4, exp. 20, doc. 619.

LIBROS Y ARTÍCULOS DE LA ÉPOCA

El Dictamen, Periódico independiente, Jalapa, Veracruz

El Herald, ciudad de México
El Nacional, ciudad de México
El Sol de México, ciudad de México
El Universal, ciudad de México
Excelsior, ciudad de México
Gaceta UNAM, ciudad de México
Impacto, ciudad de México
La Prensa, ciudad de México
L' Express, París, Francia
Los Ángeles Time, Los Ángeles, E.U
Nosotros, ciudad de México
Novedades, ciudad de México
Presente!, Cuernavaca, Morelos
Revista de la Universidad de México, ciudad de México
The Sunday Time, Nueva York, E.U
Tiempo. Semanario de la vida y la verdad, ciudad de México

“Actualidad Universitaria” en *Revista de la Universidad de México*, noviembre de 1951. p. 5 y 6.

“Agua y luz Baratas con Energía Atómica” en *La Prensa*. México, D.F. Diario, 26 de agosto de 1965. p. 3-10. FNCF, caj. 5, exp.39, doc.182.

Aguilar de, Ramírez. “Agenda de un Reportero” en *Excelsior*. México, D.F. Diario, 15 de febrero de 1965. p. 4-A. FNCF, caj. 5, exp. 39, doc. 171.

“Aleman Visitó Ayer la Ciudad Universitaria” en *Excelsior*. Diario, México, D.F., 6 de junio de 1952, p. 1 y 8.

“Algunas reflexiones sobre la investigación atómica” en *Gaceta de la Universidad*. Semanal, México, D.F., vol. 1, núm. 9, 18 de octubre de 1954.

Australia. The Australian Atomic Energy Comision. *Australian Atomic Simposium*. Sydney, Melbourne University Press, 1958.

Baños, Alfredo. *Temas Selectos de Física Atómica*. México, Sociedad Editora de Apuntes, 1941.

Barajas, Alberto. “25 años de ciencia físico-matemática.” en *Universidad de México*. Mensual, México, D.F., vol. VI, núm. 61, enero de 1952.

Barros Sierra, José. “El ideario Atómico de México” en *El Universal*. México. Diario, 10 de octubre de 1964.

Becker, Carlos. “La energía nuclear, México y los Mexicanos” en *Impacto*, 30 de junio de 1965.

“Breves” *Gaceta de la Universidad*, vol. IV, núm. 11, núm. 135, 18 de marzo de 1957.

Bueno, Miguel. “Dos triunfos”. FNCF, caj.5, exp. 41, doc. 201.

- “Busca México los Medios Para Desalinizar el Agua” en *El Nacional*. México. Diario. 11 de agosto de 1964. FNCF, caj. 5, exp. 38, doc. 150.
- Cameron, Tom. “Long Beach, City That Almost Sank, Recovers U.I.T. Skyscrapers” en *Los Angeles Times*, 28 de octubre de 1962. FNCF, caj. 5, exp. 36, doc. 142.
- Canudar Orez, Luis. “Aspectos constitucionales del pensamiento de L M” en *El Universal*. México. Diario, 27 de diciembre de 1957.
- Carlos y Jiménez, Julián. “Honor Póstumo al Dr. Nabor Carrillo” en *Excelsior*. México, D.F. Diario, 27 de mayo de 1967. FNCF, caj. 4, exp. 20, doc. 586.
- Caro, D.E; J.A. Mc Donell, B.M. Spincer. *Introduction to Atomic and nuclear physics*. Foreword by Melba Phillips. Chicago, Aldine Publishing Company, 1964.
- Castro, Eusebio. “Física Nuclear” en *El Universal*. México D.F. Diario, 30 de abril de 1952.
- “Celebración Parcial del Día del Médico” en *El Universal*. México, D.F, Diario. 1ª Sección, 1950.
- Cerro, Novo. *Energía Atómica*. Argentina, Editorial Aida, 1946.
- Cockcroft, Sir John. “The Nuclear Revolution” en *The Sunday Times*. Nueva York, 6 de octubre de 1957.
- “Cohetes. El Futuro de los Viajes más Allá de la Estratósfera”, Willy Ley. (Reseña bibliográfica) en *El Universal*. México, D.F., 4ta. Sección, domingo 3 de mayo de 1959, p. 3. FNCF, exp. 34, doc. 126.
- “Congreso de Física en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F., Semanal, vol. II, núm. 32, 8 de agosto de 1955.
- “Congreso de Ingeniería Nuclear” en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F., vol. III, núm. 95, 11 de junio de 1956.
- Coral, Young. “Cooperación Entre México y Gran Bretaña Para la Utilización Pacífica del Átomo” en *El Nacional*. México, D.F. Diario, 21 de octubre de 1964.
- “Curso del Instituto de Física” en *Gaceta de la Universidad*. México D.F., vol. III, núm. 33, núm. 104. 13 de agosto de 1956.
- “Cursos de Verano en el Instituto de Física” en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F. Semanal, vol. III, núm. 16, núm. 87, 16 de abril de 1956.
- Dunworth, Jay. “The British Achievement” en *The Sunday Times*. Nueva York, 6 de octubre de 1957.
- “El Primer Congreso de Física en Querétaro” en *Revista de la Universidad de México*. México, D.F, vol. VI, núm. 66, junio de 1952.

- “El Primer Edificio de la Ciudad Universitaria” en *Revista de la Universidad de México*. México, D.F. Mensual, vol. IV, núm. 42, junio de 1950.
- “El principal uso de la Energía nuclear: La Paz” en *Novedades*. México. Diario, 12 de agosto de 1964.
- “El Reactor Nuclear Quedará Instalado a Fines del año” en *El Nacional*. México. Diario, 12 de agosto de 1964. FNCF, caj. 5, exp. 38, doc. 154.
- Elizalde, Triunfo. “La Energía Atómica es el Futuro de México” en *El Universal*. México, D.F. Diario, 21 de octubre de 1964.
- “En Julio Comenzará a Funcionar el Aparato Desintegrador de Átomos en la Ciudad Universitaria” en *Excelsior*. Diario, México, D.F., 8 de junio de 1952, p. 3-A.
- “Energía Nuclear” en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F. núm. 20, núm. 114, 20 de mayo de 1957.
- Estrada Unda, Guillermo. “La Bomba “H”. Arma Diabólica” en *Nosotros*. México, 4 de marzo de 1950.
- _____. “La bomba “H” arma mortal” en *Nosotros*, México, D.F., 4 de marzo de 1950.
- “Es Urgente Usar los Átomos; Petróleo y Carbón se Acaban”, 24 de octubre de 1963 FNCF, caj.5, exp.39, d. 187.
- Fermi, Laura. *The Story of ATOMIC ENERGY*. Nueva York, Random House, 1961.
- Frisch, Otto Robert. “How Atomic Energy Works” en *The Sunday Times*, 6 de octubre de 1957.
- _____. *La física atómica contemporánea*. Tr. de Juan Almela Castel. México, Fondo de Cultura Económica, 1965. (Popular, 69).
- “Fórmula Para más Agua al D.F.”, 26 de agosto de 1965. FNCF, caj. 5, exp. 39, doc. 181 p. 1.
- Foy, Richard; F. Camarena (Instituto Nacional de la Investigación Científica). “Fuente de alta tensión para contadores” en *Revista Mexicana de Física*. Vol. I y II, 1953.
- _____. “Detector de radioactividad” en *Revista Mexicana de Física*. Vol. I y II, 1953.
- Frederic, Pierre. “Los nuevos servicios de documentación científica” en *Revista de la Universidad Nacional*, vol. VI, núm. 66, junio de 1952.

- Frisch. "How Atomic Energy Works" en *The Sunday Times*. Nueva York, 6 de octubre de 1957.
- Gott, H.H. "The Nuclear Power Program in The United Kingdom" en *The Australian Atomic Energy Symposium*. Sydney, Melbourne University Press, 1958.
- Graef Fernández, Carlos. "La investigación atómica en la C.U." en *Universidad de México*. México, D.F. Mensual, vol. IV, núm. 61, enero de 1952.
- "Grandes problemas energéticos del mundo", 12 de agosto de 1964. FNCF, caj. 5 doc. 153, exp. 38.
- "Grandes temas de nuestro tiempo. La teoría de las Relatividad" en *Gaceta de la Universidad*, México, D.F., vol. 1, núm. 9, 18 de octubre de 1954, p. 5
- Gutiérrez, Francisco. "Posición de la UNAM en Jalapa" en *El Dictamen. Diario Independiente*. Dir. Juan Malpica Silva. Jalapa, Veracruz. A. 57, núm. 16131, 2 de abril de 1955. FNCF, caj. 5, exp. 30, doc. 73.
- Heliodoro Valle, Rafael. "Diálogos con Manuel SANDOVAL VALLARTA." en *El Universidad de México*. México, D.F. Mensual, vol. IV, núm. 42, junio de 1950.
- Hewett Alva, Guillermo. "Entregó el Premio de Ciencias de 1957 el Presidente al Doctor Nabor Carrillo". FNCF, caj. 5, exp.32, doc. 97.
- "Homenaje al Doctor Garrido" en *Revista de la Universidad de México*. México, D.F. Mensual, vol. VI, n. 72, diciembre de 1952.
- "Inauguración del Congreso de Física." en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F. Semanal, 5 de septiembre de 1955.
- "Instituto de Física" en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F., vol. VI, núm. 18, núm. 246, lunes 4 de mayo de 1959.
- Inter- American Nuclear Energy Commission. *3er. Inter- American Symposium on the peaceful application of nuclear energy*. Washington, Pan American Union, 1961.
- "La Ciudad Universitaria es Garantía del Futuro del País" en *Excelsior*. Diario, México, D.F., 1 de julio de 1952, p. 1.
- "La sociedad Mexicana de Física" en *Revista de la Universidad Nacional*. México D.F. Mensual. VOL. VI, núm. 66, junio de 1952.
- Lazo, Carlos. *La Ciudad Universitaria de México*. México, UNAM, 1979. (Cincuentenario de la Autonomía de la UNAM).
- Loubet, Enrique. "En el Umbral de un Mundo Desconocido" en *Excelsior*, México. Diario, 26 de octubre de 1963, p. 1 y 10. FNCF, caj. 5, exp. 37, doc.146.

- Löwenthal, Gerhard; Josef Hausen. *Viviremos mediante los átomos*. Madrid, Editorial Nacional, 1958. (Libros de actualidad intelectual, 33).
- Lozano, Andrés. *Actividades de la Comisión Nacional de Energía Nuclear*. Síntesis. México, Comisión Nacional de Energía Nuclear, 1959.
- Mendoza, Miguel. "Por que México no puede TENER "METRO". FNCF, caj. 5, exp. 26, doc. 27.
- Miguel Ángel Cevallos. "La investigación de la física nuclear en México." en *Excelsior*. México, D.F. Diario, 22 de junio de 1952.
- Miles, Thomas. "The ATOM WORD of the FUTURE" en *The Sunday Times*. Nueva York, 6 de octubre de 1957.
- "Monumento en Honor del Doctor Nabor Carrillo" en *Excelsior*. México. Diario, 24 de febrero de 1981, 1ª. Sección, p. 30. FNCF, caj. 4, exp. 20, doc. 611.
- "Nuevos profesores e investigadores a tiempo completo de la UNAM. Marcos Moshinsky" en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F., vol. II, núm. 4, 24 de enero de 1955.
- "Nuevos profesores e investigadores a tiempo completo en la UNAM. Carlos Graef Fernández" en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F. Semanal, vol. II, núm. 37, 2 de mayo de 1955.
- "Ofrece Alemán Resolver el Problema Económico de la Investigación Científica" en *Excelsior*. Diario, México, D.F., 14 de junio de 1952, p. 4-A.
- Ortega, Antonio. "Nabor Carrillo Expuso su Plan Para Construir Otro Canal Interoceánico" en *Excelsior*, México, D.F. Diario, 10 de noviembre de 1964, p. 5 A-19-A. FNCF, caj. 5, exp. 38, doc. 166.
- "Obsequian Valioso Aparato en Memoria de Nabor Carrillo F.", 16 de mayo de 1967, p. 12-35. FNCF, caj. 4, exp. 20, doc. 588.
- Perrin, Francis, Louis Bugnard y Philippe Lhéritier. "Le poison atomique et se Danger" en *L'Express*. París, a. 5, núm. 311, 7 de junio de 1957.
- "Presente y futuro de la UNAM" en *Tiempo. Semanario de la vida y la verdad*. Dir. Martín Luis Guzmán. México, D.F. Semanal, vol. XXII, núm. 565, 27 de febrero de 1953.
- "Profesores e investigadores de Tiempo completo y de medio tiempo en la UNAM. Fernando Alba Andrade" en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F. Semanal. vol. V, núm. 3, núm. 179, 20 de enero de 1958, p. 5.
- "Pruebas Satisfactorias del Equipo Atómico de México" en *Excelsior*. Diario, México, D.F., 14 de junio de 1952.

- “Radioisótopos e Instrumentación Nuclear” en *Gaceta de la Universidad*. (Breves), núm. 33, núm. 209, 18 de agosto de 1958.
- Ramírez, Alfonso Francisco. “La Juventud Actual” en *El Universal*. México, D.F. Diario, 27 de diciembre de 1957.
- Ramos Cerda, Raúl. “El Metro y los Hundimientos en la Ciudad de México” en *Presente!*, Cuernavaca, Morelos. Dir. Cristóbal Rojas Romero, 15 de octubre de 1967. FNCF, caj. 5 doc. 216, exp. 41.
- Raziel, Octavio. “Monumento en Memoria de Nabor Carrillo, en la Rotonda de los Hombres Ilustres” en *El Nacional*. México, D.F. Diario. Martes 24 de febrero de 1981, 1ª. Sección, p. 14. FNCF, caj. 4. exp. 20 doc. 610.
- “Rendirán Homenaje a Nabor Carrillo el Próximo Lunes” en *El Sol de México*. México, D.F. Diario. , caj.4, exp.20, doc. 593, 19 de agosto de 1967.
- Rojas Pérez Palacios, Antonio. “Política Nuclear” en *El Universal*. México, D.F. Diario, 18 de junio de 1965. FNCF, caj. 5, exp. 39, doc. 175.
- “Satélites artificiales” en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F. Semanal, vol. IV, núm. 11, 18 de marzo de 1957, p.6.
- “Satelitoides Humanos” en *El Herald*. México, D.F., 7 de junio de 1966, p. 6-A. (Caricatura). FNCF, caj. 5. exp. 40, doc. 197.
- “Sección de radioquímica del Instituto de Física” en *Gaceta de la Universidad*. México, D.F. Semanal, vol. I, núm. 18, 20 de diciembre de 1954.
- Seligman, Henry. “Isotopes in industry” en *The Sunday Times*, 6 de octubre de 1957.
- _____. “Siting Nuclear Power Stations” en *The Sunday Times*, Nueva York, 6 de octubre de 1957.
- “Seminario de Problemas Científicos y Filosóficos” en *Gaceta de México*. México, D.F. Semanal, vol. II, núm. 9, 28 de febrero de 1955.
- “Se reconocen los Méritos del Dr. Carrillo” en *El Sol de México*. México, D.F. Diario, 12 de febrero de 1966. FNCF, caj. 5, exp.40, doc.190.
- UNAM-Escuela Nacional de Medicina-Facultad de Ciencias, Unidad de Oncología del Instituto Mexicano del Seguro Social. *Curso para Grado Académico en Ciencias Médicas (Radioterapia y Medicina Nuclear)*. México, 1960.
- UNAM. *Informe que rinde el Rector de la UNAM al H Congreso Universitario*. México, UNAM-Imprenta Universitaria, 1950.
- UNAM. *Memoria del Congreso Científico Mexicano*. México, UNAM, 1953. Vol. I y XV.

UNAM. Secretaría General Auxiliar. *La UNAM Hoy y su proyecto al futuro. Una biografía de las ideas de Jorge Carpizo Rector*. Resp. de pub. Martha del Río Grima. México, UNAM, 1987.

“Útil Equipo Nuclear Donó la Gran Bretaña a México” en *El Universal*. México, D.F. Diario, 21 de octubre de 1964.

Zuloaga, Pedro. *La Fuerza Atómica. Historia del Hallazgo y Envejecimiento de la Energía Nuclear*. México, JUS, 1945.

_____. “Más Teorías Cosmológicas” en *Excelsior*. México, D.F., Diario, 2 de junio 1952.

LIBROS Y ARTÍCULOS COMPLEMENTARIOS

Cancerología. Revista del Instituto Nacional de Cancerología, ciudad de México

Ciencia y Desarrollo, ciudad de México

¿Cómo ves?, ciudad de México

El Faro. La luz de la ciencia, ciudad de México

El Universal Gráfico, ciudad de México

La Jornada, ciudad de México

Quipu. Revista Latino Americana de Historia de las Ciencias y la Tecnología, ciudad de México

Revista Mexicana de Física, ciudad de México

Adem, Esbarde, Javier Miranda, Jorge Rickards, (Coords). *Fernando Alba Andrade el primer físico de la UNAM*. México, Coordinación de la Investigación Científica-UNAM, 2002.

_____, (Coord.) *Una ventana hacia la investigación en física*. México, UNAM-Fondo de Cultura Económica, 2000. (Texto Científico Universitario).

Aguilar Sahagún, Guillermo; Salvador Cruz Jiménez; Jorge Flores Valdés. *Una ojeada a la materia*. 3ª. Ed. México, Fondo de Cultura Económica, 2002. (La ciencia para todos, 3).

“Anuncia Therán la suspensión temporal del programa de enriquecimiento de uranio” en *La Jornada*. Dir. Carmen Lira Sade. México, D.F. Diario, 13 de marzo de 2005.

Asimov, Isaac. *Átomo: viaje a través del cosmos subterráneo*. Tr. Domingo Santos. Barcelona, Plaza & Janes, 1992. (Saber más).

Azuela, Luz Fernanda. José Luis Talancón. *Contracorriente. Historia de la energía nuclear en México (1945-1995)*. México, Instituto de Investigaciones Sociales-Instituto de Geografía, Centro de Enseñanza para Extranjeros-UNAM/ Plaza y Valdés, 1999.

- Barba, Arturo; Claudia Macedo. "Einstein en nuestra vida cotidiana" en *La Revista*. Dir. Ignacio Rodríguez Rayna. México, D.F. Semanal, núm. 46, 10 de enero de 2005.
- Betancourt Posada, Alberto. "Noticias de Hiroshima y Nagasaki..." en *Revista Universidad de México*, nueva época, núm. 607, enero de 2002.
- Blanco, José, coord. *La UNAM. Su estructura, sus aportes, su crisis, su futuro*. México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología- Fondo de Cultura Económica, 2001. (Biblioteca Mexicana. Serie Historia).
- Bordieu, Pierre. *Los usos sociales de la ciencia*. Tr. Horacio Pons. Buenos Aires, Nueva Visión, 2000. (Colección Claves).
- Born, Max; Hedwig Born. *Ciencia y conciencia en la era atómica*. Sel. de Armin Hermann; tr. Enrique Paredes Larrucea. Madrid, Alianza Editorial, 1971. (El Libro de Bolsillo; Ciencia y Técnica).
- Born, Max. *La responsabilidad del científico*. Tr. Isidoro Boix. Barcelona, Labor, 1968. (Nueva Colección Labor).
- Bosch, Pedro; Silvia Bulbulian, Marsela Fernández, Melania Jiménez, et al. *Pioneros de las ciencias nucleares*. México, Fondo de Cultura Económica-Secretaría de Educación Pública-Consejo Nacional Para la Ciencia y la Tecnología, 1994. (Ciencia desde México, 120).
- Cabral, Regis. "The Mexican Reactions to the Hiroshima and Nagasaki Tragedies of 1945" en *Quipu. Revista Latino Americana de Historia de las Ciencias y la Tecnología*. Juan José Saldaña, (Ed.) Núm. 4, 1987, pp. 81-118.
- Centro Médico Nacional Siglo XXI. *Memoria Resumida. Hospital de Oncología, 1961-1991*. México, D.F. [s.n.f.]
- CESU. *Siete Discursos de Toma de Posesión*. Textos complementarios Raúl Domínguez, Alfonso de María y Campos, María del Refugio González. México, UNAM-Coordinación de Humanidades, 1985.
- "Ciencia- ficción hecha realidad" en *El Universal Gráfico*. Dir. Gen. Juan Francisco Ealy Ortiz. México, D.F. Diario. 27 de mayo de 2004.
- Cruz Manjarrez, Héctor. *El desarrollo de la física en México*. México, Anaya, 1996.
- Cueto, Marcos. "La excelencia en las ciencias biomédicas del siglo XX" en *Historia social de las ciencias en América Latina*. Juan José Saldaña, (Coord.) México, UNAM/Coordinación de Humanidades-Miguel Ángel Porrúa, 1996.
- Dacalla. "La física nuclear experimental en el IFUNAM" en *Ciencia y Desarrollo*. México, D.F., núm.14, 1983. p. 37-46.

Domínguez Martínez, Raúl. *Historia de la física nuclear en México (1933-1963)*. México, UNAM/ Centro de Estudios sobre la Universidad- Plaza y Valdés Editores, 2000. (Historia de la educación, Serie Mayor).

_____. “Cincuenta años de la Coordinación de la Investigación Científica en la Universidad Nacional Autónoma de México”. Material inédito del Centro de Estudios sobre la Universidad.

Francoz Rigalt, Antonio. *Los principios y las instituciones relativas al derecho de la energía nuclear. La política nuclear*. México, UNAM-Instituto de Investigaciones Jurídicas, 1988.

Frisch, Otto Robert. *Del átomo a la bomba de hidrógeno. Recuerdos de un físico nuclear*. Madrid, Alianza, 1982.

Fortes Besprosnavi, Mauricio; Paulino Sabugal Fernández. Testimonios. *Presidentes de la Academia de la Investigación Científica*. México, Academia de la Investigación Científica, 1996.

Gaona, Enrique. *Cáncer, radiación y seguridad radiológica. Medicina nuclear e investigación*. México, Edilibros, 1999.

García Robles, Alfonso. *El Comité de desarme. Antecedentes, constitución y funcionamiento*. México, El Colegio Nacional, 1980.

_____. *La proscripción de las armas nucleares en la América Latina*. México, El Colegio Nacional, 1970.

Gershenson, Antonio. “Política energética: ¿discutir el pasado o el futuro?” en *La Jornada*. Dir. Carmen Lira Sade. México, D.F. Diario, 13 de marzo de 2005.

González Cosío, Arturo. *Historia estadística de la Universidad. 1910-1967*. México, UNAM, 1968.

Graef Fernández, Carlos. *Imagen y obra escogida*. José Luis Fernández Chapou, Alfonso Mondragón Ballesteros, (Comps.) México, Universidad Autónoma Metropolitana/Azcapotzalco-Iztapalapa, 1993.

Guevara Niebla, Gilberto. *La rosa de los cambios: Breve historia de la UNAM*. México, Cal y Arena, 1990.

Heisenberg, Werner. *Diálogos sobre la física atómica*. Tr. Wolfgang Strobl y Luis Pelayo. México, Universidad Autónoma de Puebla, 1988.

Herman, Robin. Fusión. *La búsqueda de la energía eterna*. Tr. Ricardo Diez. Madrid, Mc-Graw-Hill, 1993.

Herrera, Miguel Ángel. “La exploración del espacio” en *¿Cómo ves?* Ed. Estrella Burgos. México, D.F., Mensual, a. 4, núm. 38, enero 2002.

- Kaplan, Marcos. *Ciencia, Estado y derecho en la tercera Revolución*. 1ª. Reimp. Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM, 2000. (Serie E: Varios, 56).
- Kevles, Daniel. *The History of a Scientific Community in Modern América. The Physicists*. 2a. ed. New York, Alfred A. Knopf, 1978.
- Knight, Alan; Peter Smith; Louis Pérez; et al. *Historia de América Latina. México y el caribe desde 1930*. Josep Fontana y Gonzalo Ponto, (Dir.) Leslie Bethell, (Ed.) Jordi Beltrán, (Tr.) Barcelona, Crítica-Grijalbo Mondadori, 1998. 14 v., vol. 13, ils. (Serie Mayor).
- La investigación científica en la UNAM*. México, UNAM/ Coordinación de investigación Científica, 1976.
- Lozano, Juan Manuel; Leopoldo Gracia- Colín y Alipio Calles. “Historia de la Sociedad Mexicana de Física” en *Revista Mexicana de Física*. México, D.F. núm.28, núm. 3, (1982), pp. 277-293.
- Lozano, Juan Manuel. “El Instituto de Física y la Facultad de Ciencias” en *Ciencia y Desarrollo*. México, D.F., núm. 14, 1983, p. 23-36.
- Marmasse, Claude. *La paciente historia del átomo*. México-Secretaría de Educación Pública-Dirección General de Divulgación, 1975.
- Marsiske, Renate, coord. *La universidad de México. Un Recorrido histórico de la época colonial al presente*. México. UNAM/ Centro de Estudios sobre la Universidad-Plaza y Valdés Editores, 2001. (Historia de la Educación).
- Martinell Benito, Julio. *Los prometeos modernos o el esfuerzo para controlar la fusión nuclear*. 2da. Ed. México, Fondo de Cultura Económica-CONACYT-Secretaría de Educación Pública, 1995. (La ciencia desde México, 106).
- Martínez Corbalá, Gonzalo. “Kyoto: una esperanza para el mundo” en *La Jornada*. Dir. Carmen Lira Sade. México, D.F. Diario. 9 de febrero de 2005.
- Mendoza Rojas, Javier. *Los conflictos de la UNAM en el siglo XX*. México, UNAM/ Centro de Estudios sobre la Universidad- Plaza y Valdés Editores, 2001. (Educación Superior Contemporánea. Serie Mayor).
- Menchaca, Arturo. Coord. *Las ciencias exactas en México*. México, Fondo de Estudios e Investigaciones Ricardo J. Zevada-Consejo Nacional para la Cultura y las Artes-Fondo de Cultura Económica, p. 100-105.
- Moreno Torres, Jorge; Laura Sánchez Corzo; Elsa Patricia Fuentes Fierro. “¿Qué es la física médica?” en *Cancerología. Revista del Instituto Nacional de Cancerología*. Dir. Arturo Beltrán Ortega. México, D.F. Trimestral, vol. 39, núm.1, enero-marzo de 1993.
- Ne’eman, Yuval; Yoram Kirsh. *Los cazadores de partículas. La fascinante historia de la búsqueda y descubrimiento de los fundamentales y últimos componentes de*

- la materia*. Pról. Miguel Boyer Salvador. Tr. Luis Justo. Barcelona, Gedisa, 1988. (Límites de la Ciencia).
- Oldenberg, Otto. *Introducción a la física atómica y nuclear*. Tr. y adap. de Roberto Rodríguez Lozano; Francisco Aguilar Bartolomé. Madrid, Editores del Castillo, 1965.
- Otero Espasandin, José. *Los átomos desde los griegos hasta nuestros días*. Buenos Aires, Atlántida, 1945. (Oro de Cultura General; 81-2)
- Payán, Víctor. “Colaboraremos en la Creación de Lagos” en *Excelsior*. México, D.F., Diario, 25 de Julio de 1970, p. 9. FNCF, caj.5, exp. 43.
- Piña Barba, María Cristina. *La física en la medicina*. 3ª. Ed. México, Fondo de Cultura Económica- CONACYT- Secretaría de Educación Pública, 2002. (La ciencia para todos, 37).
- Ramos Lara, María de la Paz. (Coord.) *La mecánica cuántica en México*. México. UNAM/Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades-Siglo XXI Editores, 2003. (Ciencia y Tecnología en la Historia de México)
- _____ (Coord.) *Experiencia mexicana en aceleradores de partículas*. México. UNAM/Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades-Siglo XXI Editores, 2004. (Ciencia y Tecnología en la Historia de México).
- “Recordaron al Doctor Nabor Carrillo F. en la Rotonda de los Hombres Ilustres”. FNCF caj. 4, exp. 20, doc. 615. 21 de febrero de 1981. 1ª. Sección, p. 7.
- Regato, Juan del. “Pioneros de la radioterapia en América Latina” en *Revista del Instituto Nacional de Cancerología*. Dir. Jaime de la Garza Salazar. México, D.F. Trimestral, vol. 44, núm. 2, abril-junio de 1998.
- Reiser Stanley, Joel. *La medicina y el imperio de la tecnología*. Tr. Juan José Utrilla. Secretaría de Salud-Fondo de Cultura Económica, 1990.
- Rodríguez López, José. “Semblanza del Dr. José Noriega Limón” en *Revista del Instituto Nacional de Cancerología*. México, D.F. Trimestral, vol.33, núm. 4, octubre-diciembre de 1987.
- Rojas Nieto, José Antonio. *Desarrollo nuclear de México*. México, UNAM-Facultad de Economía, 1989. (Economía de los 80).
- Rubbia, Carlos; Nino Criscenti. *El dilema nuclear*. Tr. Juana Bignozzi. México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes-Grijalbo, 1991. (Los Noventa).
- Rubí, José. *Nociones de Física Atómica*. Pról. Áureo Fernández Ávila. Madrid, Aldus, 1949.
- Salache, Marcos; Melania Jiménez; Pedro Bosh. *Pioneros de las ciencias nucleares*. 3ª Ed. México, Fondo de Cultura Económica, 2002. (La ciencia para todos, 120).

- Saldaña, Juan José, (Comp.) *Introducción a la teoría de la historia de las ciencias*. 2ª. Ed. México, UNAM/ Coordinación de Humanidades, 1989.
- _____. (Coord.) *Historia social de las ciencias en América Latina*. México, Coordinación de Humanidades-UNAM- Miguel Ángel Porrúa, 1996.
- Sánchez Flores, Ramón. *Historia de la tecnología y la invención en México. Introducción a su estudio y Documentos para los anales de la técnica*. México, Fomento Cultural Banamex, 1980.
- Sánchez Ron, José Manuel. *El poder de la ciencia. Historia socio-económica de la física (Siglo XX)*. Madrid, Alianza Editorial, 1992. (Expo 92).
- Sánchez Vázquez, (Ed.) *El mundo de la violencia*. México, UNAM- Fondo de Cultura Económica, 1998. (Sección de Obras de Filosofía).
- Sandoval Vallarta, Manuel. *Obra científica*. Alfonso Mondragón Ballesteros, Dorotea Barnés, (Comps.). México, Instituto Nacional de Energía Nuclear, 1978.
- _____. *Homenaje*. Juan Rebolledo Gout (Coord. Gen.) México, Instituto Nacional de Estudios Históricos de la Revolución Mexicana- Rotonda de los Hombres Ilustres, 1987.
- Scherman, Lawrence *Atomic Energy Policy in France Under The Fourth Republic*. Princeton, Princeton University Press, 1965.
- Sharp, Cook. *Estructura del núcleo atómico*. Tr. Dra. Ma. Teresa Toral. Rev. Francisco Medina Nicolau. México, Editorial Reverte Mexicana, 1968.
- Sheffield. John. *Energy. Science, Policy, and the Pursuit of Sustainability*. Ed. Robert Bent, Lloyd Orny Randall Baker. Washington, EUA. Institute for Advanced Study Indiana University- Island Press, 2002.
- Siete Discursos de Toma de Posesión*. Textos complementarios de Raúl Domínguez, Alonso de María y Campos, María del Refugio González. México, UNAM- Coordinación de Humanidades/Centro de Estudios sobre la Universidad, 1985.
- Silva Herzog, Jesús. *Una historia de la Universidad de México y sus Problemas*. México, Siglo XXI, 1974, (Historia).
- Somolinos d' Adois, German. *et al. Historia de la ciencia y tecnología*. Introd., sel. Elías Trabulse. México, El Colegio de México-Centro de Estudios Históricos, 1991 (Lecturas de historia mexicana).
- Testimonios: Marcos Moshinski: 80 años de vida y 60 años de trabajo científico*. Alejandro Frank, Kurt Bernardo Wolf, (Eds.) México, UNAM- Coordinación de la Investigación Científica, 2001.

- UNAM. Secretaría General. Dirección General de Asuntos del Personal Académico. *Nuestros Maestros*. México, 1992, 2 vol., vol. 1.
- Valek, Gloria. “La historia de una obra colosal” en *¿Cómo ves?* Ed. Estrella Burgos. México, D.F., Mensual, a. 4, núm. 38, enero 2002.
- Viena. Organismo Internacional de Energía Atómica. *20 años del Organismo Internacional de Energía Atómica*. Secretaría de Educación Pública, 1977.
- Vessuri, Hebe. “La ciencia académica en América Latina en el siglo XX” en *Historia social de las ciencias en América Latina*. Juan José Saldaña, (Coord.) México, UNAM/Coordinación de Humanidades-Miguel Ángel Porrúa, 1996.
- Weinberg, Gregorio. “La ciencia y la idea de progreso en América Latina, 1860-1930” en *Historia Social de las Ciencias en América Latina*. Juan José Saldaña, (Coord.) México, UNAM/ Coordinación de Humanidades-Miguel Ángel Porrúa, 1996.
- Wilson, Edmun. *An Introduction to Particle Accelerators*. New York, Oxford University Press, 2001.
- Yacaman, José. “Cincuenta años del Instituto de Física de la UNAM” en *Ciencia y Desarrollo*. núm. 14, 1983, p. 17-20.

TESIS

- Betancourt Posada, Alberto. *Invencción y desinvencción de los desechos nucleares 1939-1977. La huella ambiental de la carrera armamentista*. Tesis de maestría en historia. México, UNAM-Facultad de Filosofía y Letras, 2001.
- Domínguez Martínez, Raúl. *Los programas de investigación en física nuclear en México, 1930-1963*. Tesis de maestría en historia. México, D.F., UNAM-Facultad de Filosofía y Letras.
- Méndez Medina, Diana Lizbeth. *Una vida que va más allá de Pito Pérez. Biografía política de José Rubén Romero, 1890-1952*. Tesis de licenciatura en historia. México, D.F., UNAM-Facultad de Filosofía y Letras, 2002.
- Nassar, Zacarias. *El derecho internacional ante la bomba atómica*. Tesis de licenciatura en derecho. México, D.F., UNAM-Facultad de Derecho, 1954.

PÁGINAS ELECTRÓNICAS

- “Biografía Julián Carrillo”. <http://paginas.tol.itesm.mx/campus/L00280370/biograf.html>
- “Consolida la UNAM convenio con el Instituto Aeronáutico de Moscú para lanzar un Nanosatélite en 2007”. www.dgi.unam.mx

Genoma: mejor tratamiento y cura de graves enfermedades. Editorial de *El Universal*, 16 de abril de 2003. http://www.el-universal.com.mx/pls/impreso/web_editoriales.detalle?var=17963

Gómez Mena, Carolina. “Apremián al Congreso a legislar para que se cree Instituto Nacional en la materia” (Se refiere al proyecto de creación del Instituto Nacional de Medicina Genómica), 16 de abril de 2003. <http://www.jornada.unam.mx/033n1soc.php?origen=index.html>

Guisa y Acevedo, Jesús. “José Gorostiza” en *Semblanzas de Académicos*. México, Ediciones del Centenario de la Academia Mexicana, 1975. 313 pp. www.academia.org.mx/Academicos/AcaSemblanza/GorostizaJ.htm

Hamue Medina, Rocío Elena. “José Gorostiza”. www.emexico.gob.mx/wb2/eMex/eMex_Jose_Gorostiza

“History of Long Beach”. <http://cms.longbeach.gov/aboutlb/timeline.htm>

Legorreta, Jorge. “Memorias y utopías de la ciudad de México. La propuesta de Nabor Carrillo en los años sesenta”. <http://www.jornada.unam.mx/2002/ene02/020118/02an1cul.html>

Martínez, Nurit. “El mapa genético humano ya está completo”, 14 de abril de 2003. http://www.el-universal.com.mx/pls/impreso/noticia.html?id_nota=134909-tabla=notas

Anexo 1

Cronología *Física, ingeniería y política nuclear en el contexto mundial, 1895- 1968*

- 1895
 - Descubrimiento de los rayos X
- 1896
 - Becquerel descubre la radioactividad en el uranio
- 1898
 - Madame Curie descubre el Polonio
- 1900
 - El inglés J. J. Thompson descubre el electrón
- 1904
 - Descubrimiento de cerca de 20 elementos radioactivos
- 1905
 - Einstein explica el efecto fotoeléctrico y presenta su Teoría de la Relatividad
- 1910
 - Madame Curie escribe su *Tratado de radiactividad*
 - Creación de la Escuela Nacional de Altos Estudios
 - Inauguración de la Universidad Nacional de México
- 1911
 - Rutherford propone un modelo nuclear del átomo
- 1912
 - Teoría de la Relatividad
- 1913
 - El danés Niels Bohr propone el modelo planetario del átomo
- 1914
 - Instituto del Radio
- 1924
 - Mecánica cuántica
- 1928
 - Contador Geiger-Müller para la detección de radiación
- 1932
 - Chadwick descubre el neutrón. Este hecho, al igual que la construcción de la pila nuclear de Enrico Fermi se considera marcó el inicio de la era nuclear
- 1933
 - En Alemania se promulgan las “Leyes de Nüremberg” en donde se considera a los judíos como súbditos sin derechos políticos. Algunos científicos se exilian en países europeos y en los Estados Unidos
- 1935
 - El presidente Lázaro Cárdenas crea el Consejo Nacional de la Educación Superior y la Investigación Científica
- 1936
 - En Alemania se instaura la *Física Aria*
- 1937
 - Creación del laboratorio de Rayos Cósmicos, antecedente de los estudios en física nuclear en la UNAM
- 1938
 - Otto Hahn y Strassmann consiguen la fisión nuclear del uranio

- Lawrence, el inventor del primer ciclotrón, atiende a su madre de un cáncer pélvico inoperable logrando salvarle la vida
 - La física austriaca Dra. Marietta Blau Goldwin, discípula de Albert Einstein, se incorpora al Instituto Politécnico Nacional
 - Creación del Instituto de Física y de la Facultad de Ciencias de la UNAM
- 1939
- Construcción del primer contador de rayos cósmicos en el IFUNAM
 - Frédéric Joliot plantea que la reacción en cadena podría ser utilizada en la construcción de bombas
 - Comité del Uranio
- 1941
- El presidente Roosevelt funda *Office of Scientific Research and Development*, autoridad en los trabajos científicos de defensa
 - Laboratorio de medidas eléctricas de precisión
 - A su regreso del Instituto Tecnológico de Massachussets el Dr. Carlos Graef Fernández imparte la clase de relatividad y mecánica cuántica
- 1942
- Enrico Fermi construye la *Chicago Pile Number One*, la primera pila nuclear.
 - Inauguración del Observatorio Astronómico de Tonantzintla, Puebla.
 - Realización del Congreso Interamericano de Astrofísica
 - Creación de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica
 - Surge el “Manhattan Engineer District” mejor conocido como el Proyecto Manhattan, dirigido por el general Leslie Richard Groves
- 1943
- Sociedad Mexicana de Ciencias Físicas
 - Primer Congreso Nacional de Física
- 1944
- Ley Orgánica de la UNAM. (Coordinación de la Investigación Científica)
- 1945
- Primer ensayo nuclear
 - Bombardeo nuclear sobre las ciudades de Hiroshima y Nagasaki
 - Carta de las Naciones Unidas y Estatuto de la Corte Internacional de Justicia. (Cabe señalar que los antecedentes inmediatos de la ONU se remontan a 1941 con la Carta del Atlántico entre EE UU y Gran Bretaña)
 - Estatuto General de la UNAM
- 1946
- Comisión de Energía Atómica de las Naciones Unidas, el Dr. Manuel Sandoval Vallarta asiste como delegado principal acompañado por el Dr. Nabor Carrillo
 - Prueba nuclear de Atolón Bikini, el Dr. Nabor Carrillo asiste como representante del gobierno mexicano
 - Se aprueba la creación de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos
- 1947
- Plan Marshall
 - “Campaña de los Diez Millones” emprendida por el rector Salvador Zubirán que va desde 1947 y se extiende a 1948 para reunir fondos fuera del presupuesto oficial para laboratorios y bibliotecas
- 1948
- Consejo Ecuménico de las Iglesias en Ámsterdam. Consistió en la condena de los usos militares de la energía atómica por parte de las principales denominaciones protestantes europeas
- 1949
- Proclamación de la República Popular China
 - La Unión Soviética estalla su primera bomba nuclear

- Fundación de la República Federal de Alemania y de la República Democrática Alemana
 - Creación del Consejo de Asistencia Económica Mutua de los países socialistas europeos sin incluir a Yugoslavia
 - Fundación de la OTAN (Organización del Tratado del Atlántico Norte)
 - Unión de Universidades de América Latina
- 1950
- Movimiento de la Paz. Nombre del grupo formado por científicos e intelectuales franceses en contra de la bomba nuclear
 - Inicia la guerra de Corea que culminará en 1953
 - Creación de la Escuela de Física y Matemáticas en la Universidad Autónoma de Puebla
 - Se funda la Sociedad Mexicana de Física que entrará en funciones el 15 de abril de 1951
- 1951
- Tratado de paz entre Japón, los Estados Unidos y otros 48 países más sin incluir a la Unión Soviética
 - En Estados Unidos son condenados a muerte los esposos Rosenberg acusados de haber entregado los secretos para la elaboración de la bomba nuclear a la Unión Soviética, fueron ejecutados en 1953
 - IV Centenario de la Universidad Nacional.
 - Congreso Científico Mexicano
 - Cursos de física teórica en la Facultad de Ciencias
 - Arreglo General de Cooperación Técnica entre Estados Unidos y México donde se establecen las bases para el intercambio académico entre ambas naciones
 - Antonio Medina escribe: “Teoría de los reactores nucleares”
- 1952
- Revolución en Egipto
 - Fabricación de la bomba de hidrógeno (bomba H)
 - Australia detona su primera bomba nuclear
 - Dedicación de la Ciudad Universitaria
 - La UNAM instala el primer acelerador de partículas tipo Van de Graaff
 - Primera Asamblea Regional de la Sociedad Mexicana de Física en Tequisquiapan, Querétaro
 - Participación mexicana en el Simposio sobre Nuevas Técnicas en Física
- 1952
- El Instituto Francés en México anuncia curso especializado en Física Moderna
- 1953
- Muerte de Stalin
 - Marcos Mazari asiste al laboratorio de Alto Voltaje del Instituto Tecnológico de Massachusetts
- 1954
- Primer Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Física
 - Explosión de un reactor nuclear de la serie Castle
 - El presidente de los Estados Unidos, Eisenhower presenta el proyecto “Atoms for Peace”
 - Inician los trabajos de investigación en física nuclear experimental utilizando el acelerador de partículas Van de Graaff
- 1955
- Conferencia de Bandung sobre el “Tercer Mundo”
 - Decreto presidencial para la creación de la Comisión Nacional de Energía Nuclear, (CNEN)
- 1956
- Cursos de verano en la UNAM sobre física nuclear de bajas energías

- Fernando Alba Andrade participa en el estudio de las radiaciones atómicas celebradas en Nueva York y Ginebra (de 1956 a 1969)
- 1957
- Pacto de Roma para crear la Comunidad Económica Europea, que entró en vigor en 1959
 - *Sputnik* el primer satélite artificial soviético
 - Creación de la Agencia Internacional de Energía Atómica de la ONU
- 1958
- Creación de las Comunas Populares en China
 - Participación del Dr. Fernando Alba Andrade en el Primer Simposio sobre Aplicaciones Pacíficas de la Física Nuclear, en Brookhaven, Estados Unidos
 - Creación del Centro de Cálculo Electrónico, se inicia la “Era” de la informática y las computadoras en México y en América Latina
 - Colaboración entre la UNAM y la CNEN para el establecimiento de cursos sobre radioisótopos
- 1959
- Fidel Castro asume el poder en Cuba
 - Participación del Dr. Fernando Alba Andrade en asambleas de la Comisión Interamericana de Energía Nuclear (Washington, 1959; Brasil, 1960; México, 1961)
- 1960
- Independencia de países africanos
 - Francia detona su primera bomba nuclear en el desierto del Sahara
 - Creación de la carrera de Ingeniería Nuclear en el Instituto Politécnico Nacional
 - Creación del curso para grado académico en Ciencias Médicas (Radioterapia y Medicina Nuclear), UNAM-CNEN
- 1961
- Construcción del Muro de Berlín
- 1962
- “Crisis de los cohetes” entre Cuba, la Unión Soviética y los Estados Unidos
 - Adquisición del reactor nuclear *Triga Mark III* para la CNEN
 - Se imparte el curso de Radiobiología en la Facultad de Ciencias
- 1963
- Tratado de Moscú prohibiendo las pruebas atómicas, con excepción de las subterráneas
 - Creación del Centro Nuclear para la Comisión Nacional de Energía Nuclear
- 1964
- China detona su primera bomba atómica
 - El Dr. Carlos Graef Fernández asume la Dirección del Centro Nuclear.
- 1966
- Revolución Cultural china
 - Deposición del Rector Chávez por inestabilidad institucional
- 1967
- Científicos mexicanos presentan técnicas de cálculo novedosas en Tokio
 - China detona una bomba de hidrógeno
 - Tratado del Espacio Exterior, en él se prohíbe la colocación de armas de destrucción masiva en la Luna, cuerpos celestes y en la órbita alrededor de la Tierra
 - Tratado de Tlatelolco en el que se prohíben las armas nucleares en América Latina
 - Fundación del Laboratorio Nuclear de la UNAM
- 1968
- Tratado de No Proliferación Nuclear el cual impide que nuevos países ingresen al “club nuclear”
 - Movimientos estudiantiles en Alemania, Francia y México

Anexo 2

Nabor Carrillo Flores *Currículum Vitae*

1911

- Nace en la Ciudad de México
- Es llevado por su familia a la ciudad de Nueva York

1929

- Regresa a México

1932

- Fue nombrado ayudante en la clase de matemáticas en la Escuela Nacional de Ciencias Físicas y Matemáticas

1933

- Fue nombrado profesor de matemáticas en la Escuela Nacional de Ciencias Físicas y Matemáticas

1934

- En 1934 buscaba una beca para estudiar con el profesor español Blas Cabrera (1878-1945)

1936-47

- Fue ingeniero de la Comisión Nacional de Irrigación

1936

- Es enviado por la Universidad Nacional al Congreso Internacional de Mecánica de Suelos y Cimentación, celebrado en la Universidad de Harvard profundizando en mecánica de suelos

1937

- Es promovido por la Comisión Nacional de Irrigación para asistir al *Bureau of Reclamation* de Denver, Estados Unidos a estudiar teoría y práctica de la fotoelasticidad

1938

- Termina su tesis de licenciatura titulada “Principios de Fotoelasticidad”

1939

- Recibe el título de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional Autónoma de México con Mención Honorífica
- Participa como calculista en la planeación de la presa “La Angostura”

1941

- Se titula como maestro en Ciencias por la Universidad de Harvard

1942

- Presenta su tesis: “Investigations on Stability of Slopes and Foundation” y recibe su título de Doctor en Ciencias por la Universidad de Harvard

1944

- Imparte materia optativa de “Estructura Especiales” en la carrera de Ingeniero Civil en la Escuela Nacional de Ingenieros

1945-52

- Es jefe de la Coordinación de Investigación Científica de la UNAM

1945

- 28 de septiembre. Solicita licencia de un mes para asistir al Consejo México-Americano de Investigación Industrial en la ciudad de Chicago, Illinois

1946

- 25 de marzo. El rector Zubirán rechaza la renuncia de Nabor Carrillo como Jefe del Departamento de Investigación Científica

- 9 de mayo. Fue nombrado Asesor Técnico de la Delegación de México ante la Comisión de Energía Atómica de la ONU por la Secretaría de Educación Pública. Ratificado el 4 de junio por la Rectoría de la UNAM
 - 24 de mayo. Fue designado por la Secretaría de Relaciones Exteriores como representante del gobierno mexicano para presenciar las pruebas nucleares del Atolón Bikini
 - 1 de junio. Fue seleccionado como representante mexicano en las pruebas atómicas del Atolón Bikini y en el Organismo de la ONU. Por la Secretaría de Educación Pública
 - 25 de octubre. Fue comisionado por la presidencia de la República delegado de México a la Conferencia de la Organización Educativa, Científica y Cultural de las Naciones Unidas a celebrarse el día 19 de noviembre en la ciudad de París
- 1947
- Desarrolló ideas relativas a “las causas y remedios de los fenómenos del suelo de la capital”
 - 29 de octubre. Fue encargado de asesorar a la Delegación Mexicana en la Segunda Conferencia de la UNESCO
- 1948
- 21 de enero. Fue representante de la UNAM en el Consejo Directivo de los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial
- 1949
- 06 de junio. Recibió dos nombramientos como profesor en mecánica de suelos e ingeniería de cimentación
 - 14 de junio. Fue presidente del Consejo Directivo de los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial
- 1950
- Fue conferenciante en la Celebración del Día del Médico (IMSS, Escuela Nacional de Medicina, Instituto Nacional de Cardiología, Hospital Juárez, Asociación de Médicos de México, Asociación de Médicos Cirujanos, Médicos al Servicio del Estado)
 - Fue Ingeniero de Cimentación
 - 27 de noviembre. Fue nombrado representante mexicano ante la Conferencia Internacional de Universidades
- 1951
- 11 de mayo Fue nombrado investigador de mecánica de suelos en el Instituto Nacional de la Investigación Científica de la UNAM
- 1952
- Fue seleccionado como uno de los 10 ingenieros distinguidos para participar en el Primer Centenario de la Sociedad Americana de Ingenieros. Presentó el trabajo “Mecánica del hundimiento y agrietamiento del suelo de México”
 - Febrero. Fue conferenciante en la Universidad de Nuevo León, Monterrey abordando algunos de los efectos de la radioactividad en los seres vivos
 - 27 de marzo. La Universidad de Nuevo León se interesa en estrechar lazos académicos con la UNAM
 - Abril. Gestiona el intercambio de hombres de ciencia entre México y Francia. Se solicita la visita de M. Dalsarte para impartir conferencias o dirigir seminarios en beneficio de los matemáticos
 - 20 de junio. El Rector Luis Garrido le encomienda promover la labor científica en los países latinoamericanos
 - 26 de junio. Fue acreditado como presidente del Consejo de Investigación Científica de la Unión de Universidades de América Latina y promotor de la labor científica en América Latina
- 1953-61
- Fue electo Rector de la UNAM
 - Fue reelecto en la UNAM

1956-67

- Fue vocal de la Comisión Nacional de Energía Nuclear

1957

- Recibió el Premio Nacional de las Ciencias entregado por el Presidente Adolfo Ruiz Cortínez

1959

- 30 de marzo. Fue electo como miembro Honorario del Club Internacional de Estudiantes en función de “su valor moral y cultural y por ser valiosa ayuda a los estudiantes extranjeros, miembros de esta organización”
- Fue distinguido con las “Palmas Académicas” de la Sociedad Mexicana y Academia Nacional Mexicana de Estudios Militares y con la medalla “Barón de Humboldt” conferida por el gobierno de Alemania

1961

- 22 de septiembre. Fue nombrado por la Secretaría de Relaciones Exteriores delegado alterno a la quinta reunión ordinaria de la Conferencia General del Organismo Internacional de Energía Atómica

1963

- Impartió la conferencia: “Átomos bélicos y pacíficos” en la Facultad de Ingeniería de la UNAM

1964

- 11 de agosto. Apareció una nota periodística en la que el Dr. Nabor Carrillo anuncia la posibilidad “de adquirir unas plantas desalinadoras de agua de mar”

1966-67

- Vocal Ejecutivo del proyecto Texcoco

1967

- Muere en la ciudad de México un día antes de la firma del Tratado de Tlatelolco

Anexo 3

Tabla 1. Comisión Nacional de Energía Nuclear de México, 1956	
Miembros de la Comisión	Lic. José M. Ortiz Tirado, Presidente Dr. Nabor Carrillo y Dr. Manuel Sandoval Vallarta
Consejo Consultivo	Dr. Alberto Barajas, Dr. Carlos Graef Fernández, M. en C. José Mireles Malpica e Ing. Jorge Suárez Díaz
Secretario General	Lic. Salvador Cardona
Relaciones	Director: Sr. Tomás Garza, Subdirector: Lic. Andrés Lozano, Bibliotecario: Prof Pedro Zamora
Cuenta y Administración	Director: Sr. Alfredo Tamez, Subdirector: Sr. Alberto Baz
Dirección de explotaciones	Director Técnico: Ing. Francisco Antúnez Echagaray, Co-director: Ing. Jesús Ruiz Elizondo
Laboratorio de química inorgánica	Jefe: Ing. Federico A. Palma
Cursos de radioisótopos y técnicas nucleares	Director: Físico Augusto Moreno y Moreno
Laboratorio de radiaciones electromagnéticas	Director: Ing. Alejandro Medina
Fuente: E. Gaona, <i>Cáncer, radiación y seguridad radiológica. Medicina nuclear e investigación</i> (México, Edilibros, 1999), p. 106.	

Tabla 2. Comisión Nacional de Energía Nuclear de México, los programas	
Programa de Reactores	Director: Dr. Carlos Vélez Ocón. Inició en 1960.
Programa de Educación y Capacitación	Director: M. en C. Augusto Moreno y Moreno. Inició en junio de 1958.
Programa de Investigación en Física Nuclear	Director Dr. Marcos Moshinsky. Inició en enero de 1960.
Programa de Investigación Energética	Director: Ing. Bruno de Vecchi. Inició en abril de 1957.
Programa de Genética	Director: Dr. Alfonso León de Garay. Inició en noviembre de 1960.
Programa de Protección Radiológica	Director: M. en C. Jorge Halvas Guerrero. Inició en 1960, Co-Director Médico: Dr. Romeo González Constandse
Programa de Medicina Nuclear	Director: Dr. Roberto Mass Escoto. Inició en 1960.
Programa de Normas Radiactivas y Dilución	Director: Dr. Ariel Tejera. Inició en 1962.
Programa de Instrumentación	Director: Dr. Alonso Fernández G. Inició en 1960.

Programa de Aplicaciones Industriales de la Radiación	Director: Ing. Armando López Martín del Campo. Inició en 1962.
Programa Agronómico	Jefe: Ing. Jesús Uribe Ruíz. Inició en 1962.
Laboratorio de Radiación Electromagnética	Director: Ing. Alejandro Medina. Inició en 1960.
Laboratorio de Química Inorgánica	Director: Ing. Federico A. Palma. Inició en 1960, Co-Director: Ing. Roberto Treviño.
Laboratorio de Plasmas	Director: Dr. Carlos Vélez Ocón. Inició en 1960.
Laboratorio de Contadores	Director: Ing. Eduardo Posada. Inició en septiembre de 1962.
Oficina de Asistencia Técnica	Jefe: Ing. Manuel Torres Torija. Inició 1956.
Fuente: E. Gaona, <i>Cáncer, radiación y seguridad radiológica. Medicina nuclear e investigación</i> (México, Edilibros, 1999), p. 107.	

Tabla 3. Accidentes e incidentes en el área nuclear ocurridos en América Latina y el Caribe, 1962- 2000	
1. 1962, México	Accidente con fuente de Co-60
2. 1962, Puerto Rico	Irradiación rayos gamma
3. 1968, Argentina	Accidente fuentes Cs-137
4. 1975, Argentina	Irradiación con fuente de Co-60
5. 1975, Argentina	Incendio en donde estuvo involucrada una fuente de Co-60
6. 1977, Argentina	Evento en central nuclear
7. 1977, Argentina	Incidente con equipo de rayos X
8. 1977, Perú	Irradiación con fuente de Ir-192
9. 1977, Argentina	Irradiación con fuente de Ir-192
10. 1979, Argentina	Incidente con equipo de rayos X
11. 1979, Brasil	Robo de vehículo conteniendo fuente de Ir-192
12. 1981, Argentina	Irradiación con fuente de Ir-192
13. 1982, Argentina	Incidente con equipo de rayos X
14. 1982, Brasil	Robo de vehículo conteniendo fuente de Ir-192
15. 1983, Argentina	Irradiación con fuente de Co-60
16. 1983, Brasil	Extravío de fuentes de Ir-192
17. 1983, Argentina	Accidente de criticidad en conjunto crítico RA-2
18. 1983, México	Accidente con fuente de teleterapia de Co-60
19. 1984, Argentina	Incidente con fuente de Ir-192
20. 1984, Brasil	Asalto de vehículo con carga de material radioactivo
21. 1985, Brasil	Incidente eb radiografía industrial
22. 1985, Brasil	Robo de equipamiento conteniendo fuente de Ir-192
23. 1986, Brasil	Incidente con fuentes de Ir-192
24. 1987, Argentina	Caída de tambor conteniendo "yellow cake"

25. 1987, Brasil	Accidente en gaseoducto con fuentes de Ir-192
26. 1987, Brasil	Accidente con fuente de Cs-137
27. 1988, Perú	Accidente con equipo de oftalmología que contenía fuente de Sr-90
28. 1988, Brasil	Accidente en laboratorio de rayos X
29. 1989, El Salvador	Accidente con fuente de Co-60
30. 1991, México	Contaminación de tiroides con I-131
31. 1993, Argentina	Irradiación accidental con acelerador lineal de fotones
32. 1995, Brasil	Irradiación local con difractor de rayos X
33. 1995, Perú	Incidente con fuente de Co-60
34. 1996, Costa Rica	Radioterapia, irradiación local
35. 1996, Brasil	Incidente en acelerador de radioterapia
36. 1997, Brasil	Incidente con fuente de Ir-192
37. 1997, Venezuela	Incidente con fuente de Am-241
38. 1998, Uruguay	Incidente en el manejo de fuentes de RA-226 en desuso
39. 1998, Brasil	Incidente con fuentes de IR-192
40. 1998, Colombia	Incidente con fuentes de Ir-192
41. 1999, Perú	Incidente con fuentes de Ir-192
42. 1999, Perú	Incidente con fuentes de Ir-192
43. 1999, Perú	Evento con TC-99m
44. 2000, Brasil	Incidente con gammagrafía de Co-60
45. 2000, Perú	Extravío de equipo con fuente Ir-192

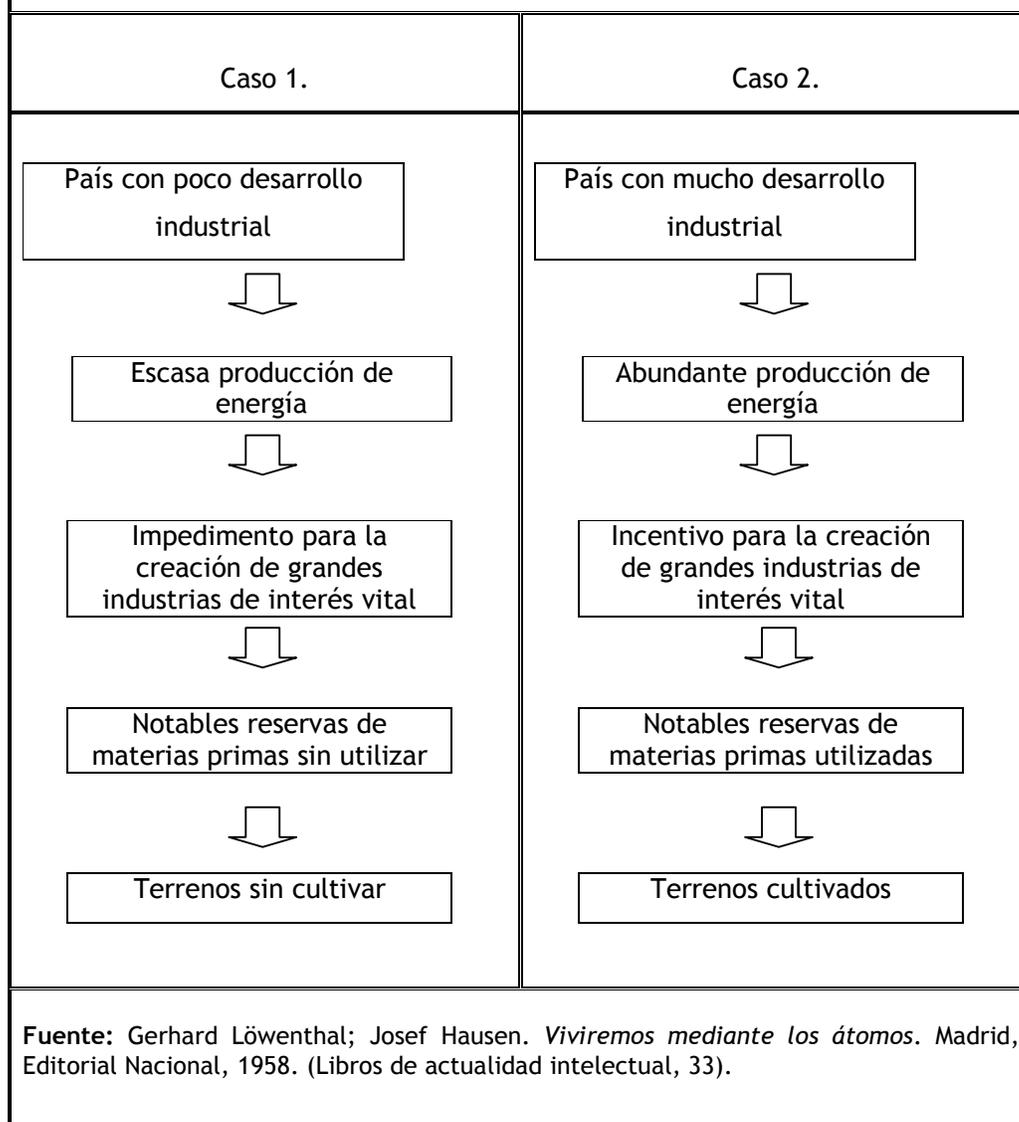
Fuente: Carregado, MA; Trujillo Cerda, L. *Accidentes e incidentes en el área nuclear ocurridos en América Latina y el Caribe. Recopilación bibliográfica*, Buenos Aires, CNEA, 2001, p. 39-41.

NOTA: Para profundizar en relación al desarrollo nuclear, armamento, desastres nucleares y sus efectos en los seres vivos puede consultarse la obra de *Arjun Makhijani*

Anexo 4

Tabla 4. Población y energéticos	
Población	Reservas mundiales
<ul style="list-style-type: none">• Población mundial estimada en el año de 1950: 2.300 millones de personas.• Población mundial estimada en el año 2000: Entre 3.200 y 3.900 millones de personas.• Población mundial estimada en el año 2050: 4.300 millones de personas	<ul style="list-style-type: none">• Cobertura de las reservas mundiales de petróleo y carbón para el año 2050:• Menos de la tercera parte de las necesidades existentes.• Número de años en que las reservas mundiales de gas natural, petróleo y carbón se agotarían de acuerdo con estimaciones de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos: 80 años. (Tomando como referente 1950 podemos decir que el referente era el año 2030).• Número de años en que las reservas mundiales de gas natural, petróleo y carbón se agotarían de acuerdo con estimaciones de científicos británicos: 250 años. (Tomando como referente 1950 podemos decir que el referente era el año 2200).
Centrales Nucleares	
<ul style="list-style-type: none">• Porcentaje de energía eléctrica producida en centrales nucleares para 1975 de acuerdo con el Departamento de Energía Británico: 25 por ciento.• Número de centrales atómicas que el programa decenal británico preveía construir para 1965: 12.	
Fuente: Gerhard Löwenthal; Josef Hausen. <i>Viviremos mediante los átomos</i> . Madrid, Editorial Nacional, 1958. (Libros de actualidad intelectual, 33).	

Tabla 5. Modelo relacional entre energía y desarrollo



Anexo 5

Era Nuclear, Universidad y planeación. Algunas opiniones del Arq. Carlos Lazo

El Arq. Carlos Lazo dejó testimonio de su pensamiento a través de sus discursos. Se ofrece una síntesis de la participación del Arq. en el Congreso de Universidades, realizado en Villahermosa, Tabasco el día 30 de abril de 1951. Para él la historia de la humanidad era el tránsito por formas particulares de entender el Universo. Más allá del instinto primitivo, el Universo había sido construido a partir de la lógica griega, la metafísica cristiana y la observación científica del Renacimiento. La ciencia no había llevado a una “interpretación integral del Universo”, porque no era este su fin, pero una filosofía del ser, apoyada en el conocimiento científico, sí podía ofrecerla. La ciencia, no era una interpretación materialista de la vida; como quedaba demostrado con la transformación de la materia en energía donde surgían nuevas fuerzas no materiales. Para el Arq. su momento histórico tenía el signo del descubrimiento de la energía nuclear, el cual modificaría las concepciones del Universo y del mundo. En ese proceso era necesario crear una “Summa o síntesis del pensamiento humano” que recuperara las concepciones cósmicas parciales y las integrara. Con ello sería posible ubicar la posición que el hombre ocupaba en ambos lugares; así como su destino y el programa a seguir. La humanidad se encontraba “urgida de una pauta que sirva para orientarnos, para encontrar la continuidad en el desorden, la identidad en las variaciones, el telefinalismo en los objetivos parciales”. Pero el arquitecto no se detuvo en enunciar las necesidades sino que avanzó en el terreno de la especulación. Fue de lo general a lo particular y construyó un modelo de Universo capaz de dar sentido al momento histórico que se vivía en el mundo y nuestro país. En él planteó varios tipos de evolución: la cósmica, la atómica-molecular, la inorgánica mineral, la orgánica, vegetal, animal, homínide, la humana, de la conciencia y del espíritu, de las cuales se derivaban el plan y el destino del hombre. En la primera de ellas entendió al Cosmos como energía “de distintas longitudes o diversas etapas de evolución”, de naturaleza unitaria universal. Con correspondencia del macrocosmos con el microcosmos a partir de una misma estructura compartida “energético-atómica” en movimiento. Creyó en una atmósfera original en la cual la desintegración de un superátomo permitió la expansión del Universo. Sus leyes derivadas de la gravitación (la repulsión y la atracción, la entropía y la sintropía) algún día llegarían a

equilibrarse y producirían “la paz activa del Universo”. Estos elementos eran parte de un solo proceso de ciclos cerrados en los cuales se producen los cambios de materia en energía y viceversa. Ciclos simultáneos en las seis evoluciones planteadas que al final derivarían en “una evolución de evoluciones”. En esa misma línea introdujo el tema de la relatividad concibiendo al Universo “como un todo en pleno movimiento en las tres dimensiones de espacio y en la cuarta de tiempo, en el que no existe acá, allá, arriba, abajo, pasado, presente o futuro. Todo era relativo en relación con las demás cosas del todo o con el todo mismo. Espacio y tiempo eran conceptos o dimensiones inseparables. Todo simultáneamente instantáneo y eterno, Todo puro ser. En un sentido metafísico, el arquitecto identificó a la Divinidad con el superátomo. Es decir: “como motor del centro de energía del Cosmos, origen y ser del Universo”, el mismo que explota y expande para tornar nuevamente a Él.

La súper explosión primaria generó un océano de energía que se condensó y formó galaxias, dentro de ellas, los planetas y después la materia inorgánica mineral. La materia inorgánica evolucionó y con el tiempo apareció la materia orgánica para dar paso a formaciones celulares que constituirían plantas, animales y homínidos. Los seres humanos estuvieron determinados por el medio físico, la herencia, la traición, la conciencia propia, la raza “o del héroe, genio o santo”, y de los procesos económicos y políticos. En su andar, los seres humanos fueron nómadas, luego sedentarios, descubrieron la agricultura, desarrollaron técnicas, artes y ciencias. Comerciaron, crearon sus religiones, una identidad y lenguaje. Es probable que influenciado aún por el positivismo, el Arq. Carlos Lazo conceptualizó la historia de la humanidad como progresiva, que no lineal, como lo demuestra su creencia sobre el Universo. En sus palabras nos dice: “la historia del hombre se manifiesta como un desarrollo evolutivo de impulso ascensional”. Y si el Universo y el mundo son uno, también lo es la humanidad. No solo “aglomeración” sino “integración de historias locales, rutas de una aventura común”. Aquí abre con el tema de la ecología. El equilibrio de cualquier formación social dependía de la interacción con el medio en relación al aprovechamiento de las energías. Si en el pasado el problema fue luchar contra la escasez y pensar en el reparto de lo dado. Con el dominio de la energía nuclear se podía pensar en “una era de la abundancia”. Allí se produciría la evolución de la conciencia humana. En la última evolución, la espiritual, el Arq. Carlos Lazo buscó atender tres aspectos esenciales. La vida como acción humana, la cultura y la

muerte. En su esquema reconoció que los seres humanos liberan energía en el actuar, misma que producía “un campo energético” que al mezclarse con la de otros sujetos creaba “una atmósfera de energía en torno del planeta, la esfera del espíritu y noósfera”. Los muertos liberaban su energía y se mezclaba con la de los vivos produciendo una unidad. Ahora vendría el plan, que no es otra cosa, que el resultado de una lectura histórica que atiende a encontrar el sentido al devenir de la humanidad en el tiempo. Para el Arq. Carlos Lazo la humanidad no se había sujetado al azar, sino a un plan de perdurabilidad, mismo que era necesario conocer para “proceder de acuerdo a la misión” que parecía estarle reservada. El Arq. Carlos Lazo estuvo obligado a plantearse y responderse el problema suscitado entre el determinismo y la libertad humana. La solución al problema fue aceptar que los seres humanos viven entre el determinismo y la libertad como capacidad volitiva, cuya mejor expresión era la planeación. De este modo podían “retardar o acelerar el movimiento pendular de la evolución”. En suma, su propuesta que contenía elementos holísticos, sintéticos y progresivos vio en la planeación la toma del destino, adelantándose y diseñando la siguiente etapa en la vida. Ello equivalía a hacer que México ingresara rápidamente en la Era atómica. México tenía en sus manos, por su situación privilegiada, las posibilidades de crear esta nueva filosofía, por ser encuentro de distintas civilizaciones y razas, con una orientación ética y práctica (mezcla de humanismo y ciencia) con alcances universales. El Arq. pensó a la Universidad como espacio privilegiado para realizar la transmisión de la suma de conocimientos que el país y la época en general demandaban. La planificación en todos los órdenes implicaba priorizar la enseñanza. Se aceptaba que la planeación llevada al exceso podía conducir a totalitarismos, por ello debía tener un perfil humano. El Arq. juzgó a la fisión y a la fusión nucleares como un “acontecimiento capital” con los cuales iniciaba la más “trascendente revolución que registra la historia”. Su aprovechamiento permitiría el cambio en la topografía y en el clima, además de sus aplicaciones en la agricultura y su impacto en el desarrollo industrial. Por su puesto, esta introducción repercutiría en el derecho, sobre todo en lo referente a las relaciones internacionales. No se pensaba desarrollar una gran industria nuclear, pero se quería evitar quedar al margen de su desarrollo.³³⁹

³³⁹ Síntesis elaborada a partir de una conferencia del arquitecto: Cfr. Carlos Lazo. *Pensamiento y destino de la Ciudad Universitaria...*, p. 9-19.

