

MISCELANEA

UNA REVISION DE LA OBRA DE HUMBERTO FERNANDEZ-MORAN

Jaime Requena (*)

Resumen

A pesar de existir una manifiesta interrelación entre Humberto Fernández-Morán y la génesis del moderno aparato de ciencia y técnica venezolano, este tema ha sido poco tratado. En efecto, casi todas las revisiones de sus aportes han estado restringidas a un aséptico recuento de sus descubrimientos e invenciones. Todo ello a cuenta de que su paso entre nosotros estuvo signado por una absurda controversia política que pretendió hacer ver a sus logros como accidentes sin mayor influencia sobre nuestra comunidad o el mundo. Cualquier reseña de Humberto Fernández-Morán debe necesariamente referirse, tanto a su papel como investigador científico de amplio reconocimiento nacional e internacional, como a su gestión de creador del Instituto Venezolano de Neurología e Investigaciones Cerebrales (IVNIC), institución clave en la generación y desarrollo del moderno aparato de investigación científica y tecnológica nacional. La tarea implica hacer primero un análisis —cuantitativo y cualitativo— del curso histórico de los hechos e indicadores que pudieran describir la conformación y consolidación de la actividad científica y tecnológica en el país, asunto que ha sido uno de los grandes logros y éxitos de la democracia. La Venezuela de 1950 no contaba con ningún instituto de investigación de la envergadura que Fernández-Morán soñaba cuando propuso al Gobierno Nacional la creación de Instituto Venezolano para Investigaciones del Cerebro. En su propuesta, Fernández-Morán visualiza el poder y la trascendencia que el futuro próximo tendría, la recién nacida rama del saber conocida como “cibernética”. Es esa doble visión de Fernández-Morán: la institucionalización de la actividad científica y la necesidad de cerrar la brecha del conocimiento (en la informática), lo que bien pudieran constituirse en su gran legado a nuestra sociedad. Su propuesta iba más allá de traer una nueva línea de investigación a

(*) Individuo de Número de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Sillón XXVI.

los espacios universitarios. Conllevaba elevar al rango de asunto de Estado la investigación científica y el desarrollo tecnológico, y requería para ello de la profesionalización de la actividad. Logró persuadir al gobierno dictatorial del general Marcos Pérez Jiménez de las bondades modernizadoras de crear una institución conformada por científicos profesionales de renombre internacional con instalaciones y facilidades experimentales de primer orden. El 29 de abril de 1954, el Gobierno de Venezuela decreta la construcción del Instituto Venezolano de Neurología e Investigaciones Cerebrales (IVNIC), dándole por asiento el tope de una montaña llamado Altos de Pipe. Los trabajos científicos que Fernández-Morán llevaba a cabo en los Altos de Pipe eran publicados en las más acreditadas revistas extranjeras especializadas, granjeándole una muy merecida fama. Para el año 1957, Humberto Fernández-Morán con sus inventos y creaciones, pero más que nada por la creación del IVNIC, había logrado alcanzar un prestigio -nacional e internacional- fuera de lo común y se había convertido en el prototipo del hombre de ciencia en el país. Con el alzamiento cívico militar del 21 de enero de 1958, los planes de Fernández-Morán se vinieron abajo. Los acontecimientos políticos lo sobrepasaron y ante el repudio de la comunidad, no le quedó otro camino sino emigrar a los Estados Unidos a mediados de 1958, convirtiéndose así, en nuestro primer cerebro fugado.

Preámbulo

Humberto Fernández-Morán (1924-1999) es un genio a quién no se le ha reconocido su extraordinaria labor como investigador científico, sus logros como inventor fuera de serie o su contribución a la gestación del moderno aparato de ciencia y tecnología venezolano. En la falta de reconocimiento se asemeja a Luis Daniel Beauperthuy, otro sabio venezolano a quien todos los pobladores de este país —y del resto del mundo— les obliga una deuda de gratitud (Requena, 1985). A Beauperthuy, le correspondió vivir la parroquial Cumaná de mediados del siglo XIX, desde donde tuvo que lidiar con las preconcepciones miasmáticas enraizadas en el pensamiento de la Academia de Ciencias de París. Fernández-Morán, por su parte, no tuvo los problemas que Beauperthuy enfrentó para dar a conocer sus creaciones o inventos, pero le correspondió desenvolverse en tiempos de profundos cambios socio políticos que lo arrojaron a la controversia. Y es que durante los años en los cuales a Fernández-Morán le tocó llevar a la práctica su propuesta de construcción de un moderno centro de investigaciones en Caracas, el país estuvo gobernado por un dictador militar, Marcos Pérez Jiménez, quien favoreció sus proyectos sin ambigüedades.

A principios del siglo XXI, la capacidad científica y tecnológica del país se constituyen en uno de los logros más significativos de la gestión de los gobier-

nos democráticos que siguieron al 23 de enero de 1958. Buena parte de lo que hoy podemos exhibir con orgullo en ese campo, tiene la huella de Humberto Fernández-Morán. Reconocerle su papel en la gestación de ese moderno sistema de ciencia y tecnología nacional, permitirá valorar su acción como hombre público. El asunto merece la misma objetividad con que otros investigadores han empezado a revisar sus seminales contribuciones en ciencia, técnica e inventiva. Hasta que su obra no sea analizada integralmente, con criterios justos de historia, la mención de su nombre seguirá teniendo indeseables connotaciones emocionales. Y es que el denominador común de las referencias acerca de la vida y obra de Humberto Fernández-Morán es la polémica. Con este ensayo se pretende retomar el camino de dimensionar al hombre de ciencia y al servidor público. En esa tarea ya otras han indicado el camino (Granier, 1953 y de Bellard, 1993).

Breve biografía

Humberto Fernández Villalobos Morán nació en Maracaibo, Venezuela, un 18 de febrero de 1924. Parte de su infancia transcurrió entre Maracaibo, Curazao y Nueva York. Cursó estudios de bachillerato en Alemania en el Instituto Schulgemeinde de Sallfeld. A los 15 años ingresó a la Universidad de Munich y en 1944, seis días antes del día D se graduó en Medicina *Summa cum Laude* cuando apenas contaba 20 años de edad. En 1945 obtuvo su equivalencia al título de Médico Cirujano de la Universidad Central de Venezuela, distinguiéndose por su especialización en Medicina Tropical. En 1946, fascinado por la patología del sistema nervioso, entra como interno residente en el hospital de la Universidad George Washington de Washington, D.C. En 1947 viaja a Estocolmo, Suecia, en donde inicia formalmente su carrera como investigador en microscopía electrónica en el Instituto Nóbel de Física. Obtiene del Instituto de Investigaciones Celulares y Genética del Instituto Karolinska el grado de Maestría en 1951 y el doctorado en filosofía (Ph. D.) de la Universidad de Estocolmo al año siguiente, siendo uno de los primeros venezolanos en alcanzar ese grado académico. Durante sus años en Suecia, Humberto Fernández-Morán, se enamoró y casó con Anna Browallius, hermana de Irya Browallius, una conocida escritora sueca. Del matrimonio nacieron dos hijas, Brígida y Verónica, la primera matemático y la segunda biólogo.

Humberto Fernández-Morán fue fundador en el año 1951 de la Cátedra de Biofísica de la Escuela de Medicina de la Universidad Central de Venezuela y del Instituto Venezolano de Neurología e Investigaciones Cerebrales (IVNIC) en el año 1954. El 18 de marzo de 1952 fue electo al Sillón XXVI de la Academia de Ciencias Físicas, Naturales y Matemáticas, incorporándose el 27 de mayo de 1953 y recibido en esa Corporación por Marcel Granier Doyeux.

A mediados del año 1958, Humberto Fernández-Morán se marchó voluntariamente del país como exiliado político, radicándose en los Estados Unidos. En 1962 fue nombrado Profesor Titular de Biofísica de la Universidad de Chicago y en 1967 le fue conferida la Silla Profesor A. N. Pritzker de la División de Ciencias Biológicas de la Escuela de Medicina de esa Universidad. Fernández-Morán dio ahí rienda suelta a su creatividad y se dedicó íntegramente a sus proyectos de tecnologías de punta en microscopía electrónica, bajas temperaturas, miniaturización y exploración espacial, produciendo desarrollos, inventos y realizando descubrimientos, que hasta hoy llaman la atención de sus colegas. Existen dos recuentos biográficos, ambos realizados mientras estaba vivo y seguramente contaron con su colaboración entusiasta (Lewis, 1973 y Matas Romero, 1986) y otro (Carrasco y Dos Ramos, 1999) después de su muerte.

El entorno académico durante la dictadura

Los actores sociales y políticos de la Venezuela de los años 50, consideraban al quehacer científico y tecnológico como un mecanismo idóneo para salir del atraso y alcanzar la panacea que empezaban a disfrutar los llamados países “desarrollados”. Sociedades en las que, a través de la explotación de revolucionarias innovaciones, producto del quehacer de los tecnólogos y fundamentadas en descubrimientos científicos en todas las ramas del saber, la calidad de vida de sus miembros estaba siendo mejorada más allá de las expectativas.

Empero la investigación científica en Venezuela seguía siendo un asunto propio de individualidades, que forzosamente debían contar con algunos medios económicos para poder satisfacer su curiosidad. La actividad científica nacional, estaba primordialmente relacionada con la práctica médica, estando circunscrita a unos cuantos laboratorios en selectos recintos universitarios.

La reforma de las universidades venezolanas había sido prevista en el Estatuto Orgánico de Universidades, promulgado por la Junta Revolucionaria de Gobierno en el año 1946, En ese estatuto se reconocía explícitamente a la investigación científica (calificada allí como “sin finalidad utilitaria”) como una labor propia y necesaria de la universidad, y se establecía un espacio para su desarrollo dentro de unos institutos de investigación universitarios. La modernización del aparato de educación superior venezolano se encontraba en plena infancia y sólo tenía para mostrar como logro, los jóvenes institutos de investigación de la Universidad Central de Venezuela. Estos habían sido concedidos por académicos inmigrantes, recibidos por el Alma Mater cuando llegaron a Venezuela, exilados de sus países después de las conflagraciones europeas

como la española y la segunda guerra mundial. Empero, las escalas operativas de esos institutos de investigación universitarios eran modestas. Estaban enfocados a hacer uso de los laboratorios de investigación como facilidades de docencia. Las facultades que contaban con esos institutos promovían así las labores de investigación de sus profesores –cuando la carga docente lo permitiese– a la vez que imbuían, entre los alumnos, las bondades del método experimental.

A mediados del siglo XX, Venezuela estaba gobernada por la Junta Militar que había derrocado a Rómulo Gallegos, y a unos años de la dictadura de Marcos Pérez Jiménez. A muchos de los profesores de la Universidad Central de Venezuela se les estaba empezando a dificultar su labor docente e investigativa como consecuencia de la incertidumbre que viene de vivir en dictadura. A raíz de la intervención militar de la UCV, se inició en Caracas la gestación del Instituto de Investigaciones Médicas de la Fundación Luis Roche. Una filantrópica iniciativa privada que abrió sus puertas en el año 1952, con el objeto de tratar de hacer ciencia en Venezuela siguiendo los nuevos patrones americanos (Roche, 1996) y, de paso, rescatar esos valores universitarios en proceso de aniquilación.

La propuesta modernizadora

Para principios de la década de los años 1950, Humberto Fernández-Morán tenía una idea muy clara de lo que quería hacer en ciencia y como hacerlo. Como investigador, estaba decidido a explorar los secretos de las estructuras sub microscópicas de la naturaleza, para lo cual había escogido las novísimas “tecnologías de punta” de la Física. Como hombre preocupado por el desarrollo de su país y de la ciencia en general, entendió la necesidad de contar con centros de investigación locales, en donde se pudiera llevar a cabo una labor de investigación científica moderna. En otras latitudes, ese tipo de actividades había dejado de ser obra de individualidades para convertirse en la gestión de profesionales y de equipos de investigación, integrados y multidisciplinarios.

En septiembre de 1950, a través de la recién creada revista *Acta Científica Venezolana* Humberto Fernández-Morán lanza a la sociedad venezolana, y a su muy reducida comunidad académica y científica, una propuesta para la creación de un Instituto de Investigaciones del Cerebro (Fernández-Morán, 1950). El escrito se constituye, a la luz de la historia, en un raro documento. Virtualmente desechado por los exegetas tradicionales del quehacer científico nacional. En él se revela la estampa del visionario. Este documento, por sí sólo, echa por tierra la versión que pinta a Fernández-Morán como un charlatán; un des-

quiciado y advenedizo que pudo construir el imponente Instituto Venezolano de Neurología e Investigaciones Cerebrales (IVNIC), sólo por su entrega al poder militar y su servilismo a una cúpula dictatorial.

La sociedad venezolana nunca se ha distinguido por su respaldo a las actividades de investigación científica, quien sabe porque esa actividad no tiene credibilidad social y no forma parte de los patrones culturales venezolanos (Gasparini, 1969). De hecho, para mediados de siglo, el país no contaba con ningún instituto de investigaciones de la envergadura que Fernández-Morán soñaba y el número de investigadores médicos venezolanos que en esos años podría tener las capacidades para evaluar, con propiedad, una propuesta como la formulada por Fernández-Morán, no pasaba de un reducido número¹. En el país que Pérez Jiménez estaba usurpando, no se habían dado todavía los primeros pasos en la profesionalización de la actividad investigativa y de desarrollo (una de los primerísimos estadios del proceso de institucionalización). Sin embargo, en esa Venezuela, el diseño de un gran instituto de investigaciones como los de los países del primer mundo, había anidado en la cabeza de Humberto Fernández-Morán. Lo único que él necesitaba era un Cayo Mecnas que, por la dimensión de su proyecto sólo podía ser el Gobierno Nacional.

Los postulados de la propuesta modernizadora de Fernández-Morán coincidían, en alguna medida, con los que estaban pensando los miembros de la que pronto sería la Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia (AsoVAC) (DiPrisco, 1992), pero es obvio que, por su dimensión o escala, esta iba mucho más allá que lo que buscaban los fundadores de la AsoVAC. Ellos, por su condición de profesores universitarios, tenían enfocadas sus miras en la reforma universitaria –su verdadera prioridad– y, en lo inmediato, en la consolidación de los institutos de investigación de las universidades públicas.

Es obvio que la propuesta de Fernández-Morán iba más allá de traer una novel línea de investigación a los espacios universitarios. Conllevaba, en primer lugar, la profesionalización de la actividad científica y tecnológica, materia que escapaba del ámbito estrictamente universitario y, en segundo lugar, elevaba al rango de **asunto de Estado** a esas actividades. La propuesta llamaba a la participación directa del Estado en la creación y en el sustento del futuro ins-

1 En 1983, el censo de investigadores nacionales del CONICIT estableció que el 1,07% de los médicos diplomados existentes en el país se dedicaban a la investigación científica. Si se aplica este factor de cálculo al número de médicos activos en el país durante el año 1950, y que según el Anuario del Ministerio de Sanidad era de 2.500 profesionales, se obtiene la figura de 26 médicos investigadores, la cual, por la naturaleza del cálculo, se debe considerar como un máximo.

tituto. En efecto, un año más tarde, en 1951, en un documento elevado ante el Gobierno Nacional, titulado “Programa Funcional para un Instituto Venezolano de Neurología, Neuropsiquiatría e Investigaciones Cerebrales”, Fernández-Morán especifica que para el funcionamiento de la institución, esta requiere de la asistencia financiera del gobierno por la vía de una asignación presupuestaria anual.

La proposición de creación de un instituto de investigaciones fuera de los recintos académicos tradicionales con las dimensiones que planteaba Fernández-Morán, debió de generar más de una crítica, muchas de las cuales quedaron sepultadas en las tinieblas de la censura gubernamental de esa época. Fuera de lo que queda en la memoria de los actores de la época, la mejor evidencia de crítica que resta a la propuesta, se configura alrededor de un extraño párrafo que luce como una fórmula conciliatoria de última hora y que corre inserto en la versión de su propuesta publicada en Acta Científica Venezolana (Fernández-Morán, 1950). El párrafo en cuestión que no guarda mayor relación –de estilo o concepto– con el resto del escrito, reza “...*la incorporación del Instituto al Proyecto de la Ciudad Universitaria representa posiblemente una solución satisfactoria de esta cuestión, y facilita al mismo tiempo la colaboración con otros Institutos universitarios*”.

Un sueño hecho realidad

Con un verbo encendido y un poder de convencimiento fuera de lo corriente, Humberto Fernández-Morán había logrado persuadir al gobierno de Marcos Pérez Jiménez de las bondades modernizadoras de crear una infraestructura de científicos profesionales de renombre internacional, reunidos en una institución local, con instalaciones y facilidades experimentales de primer orden. El 20 de mayo de 1953, por resolución de la Presidencia de la República y por conducto del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, se le comisionó a Fernández-Morán un estudio de factibilidad para el instituto en cuestión. El costo global estimado para el proyecto fue de 30 a 50 millones de dólares americanos, con una primera etapa ejecutable en un año con una inversión del 10% del total. El 29 de abril de 1954, el Gobierno de Venezuela decreta² la construcción del Instituto Venezolano de Neurología e Investigaciones Cerebrales (IVNIC), bajo la figura administrativa de Instituto Autónomo, adscrito presupuestariamente al Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (con una asignación inicial de Bs. 2.150.000 pero, muy probablemente con fuertes vínculos

2 Gaceta Oficial N° 24.429 de esa misma fecha.

presupuestarios secretos con el Ministerio de la Defensa). Se le dio por asiento el tope de una montaña, en un terreno con 800 Ha de superficie, en el llamado Altos de Pipe; un sitio idílico situado a 11 kilómetros al sur oeste de Caracas, en la vía de Los Teques, capital del estado Miranda.

Los propósitos fundamentales del Instituto de Neurología fueron:

“a) Realizar investigación fundamental y aplicada del sistema nervioso en sus estados normales y patológicos, valiéndose principalmente de métodos físicos, biofísicos, biomatemáticos y bioquímicos. b) Servir de Centro Nacional de Entrenamiento y Consulta en Neurología, Neuropsiquiatría, Neurocirugía y Psicocirugía, Neuroradiología, Neuropatología, electroencefalografía, neurofisiología y disciplinas conexas. c) Organizar centros de diagnósticos y hospitalización, y aplicar las disciplinas indicadas en la letra b) al diagnóstico y tratamiento de las enfermedades mentales y del sistema nervioso. d) Entrenar el personal especializado en las disciplinas fundamentales de la Biofísica, la Física, las Biomatemáticas y la Bioquímica aplicadas al estudio de la estructura y de las funciones del sistema nervioso. e) Servir como centro de investigación y de enseñanza en estas disciplinas para los otros países americanos y fomentar la colaboración con institutos similares del extranjero y con organizaciones científicas internacionales, mediante el intercambio de estudiantes y profesores”.

El 29 de enero de 1955 comienza la construcción de IVNIC. Ya para el 26 de noviembre de ese año se produce el primer lote de helio líquido³ para unos experimentos de resonancia magnética nuclear, los primeros en ser realizado en Latinoamérica. El 23 de diciembre de 1955 abre formalmente sus puertas el IVNIC, con la inauguración de los Edificios de Administración y de Medicina a un costo de 3 millones de dólares. Tres microscopios electrónicos (RCA EMU-3B y Siemens) constituían la dotación inicial en instrumentos de altísima tecnología, sobre los que se trabajaba 24 horas al día, en tres turnos, siete días a la semana. En total se activaron 6 departamentos de investigación, talleres mecánico, diamantes y precisión, electrónica, biblioteca, residencia para los investigadores y técnicos, una estación eléctrica de 800 kw y un acueducto para servir una ciudad de 35 mil habitantes. En un Informe Bienal de gestión (correspondiente a los años 1956 y 1957) presentado por Fernández-Morán al Ejecutivo Nacional a principios del año 1958 (y reproducido en Requena, 2002), se comunica que el IVNIC contaba, a finales del año 1957, con los siguientes departamentos de investigación: Ultraestructura Nerviosa, Neurofisiología,

3 No sólo en Venezuela sino en toda América Latina.

Ultraestructura Molecular, Virus de Insectos, Bioquímica, Biofísica, Temperaturas Bajas, Isótopos Radiactivos y Resonancia Magnética Nuclear.

El presupuesto consolidado del IVNIC para el año 1956 fue de Bs. 21.541.060 (equivalente a Bs. 91,26 millones de bolívares de 1984 o US\$ 7,28 millones de la época⁴), mientras que el del año 1957 fue de Bs. 41.804.167 (equivalente a Bs. 177,03 millones de bolívares de 1984 o US\$ 14,13 millones de la época), de los cuales figuran como aportes del Ejecutivo las cantidades de Bs. 2.170.000 como cuenta obligación para los años 1956 y 1957, más una cuota extraordinaria del mismo Ministerio por Bs. 2.458.632 para el año 1956 y otra de Bs. 5.614.563 para el año 1957. Aparecen bajo el rubro de "Asignaciones (ordinarias)" las cantidades de 4.340.000 millones de bolívares para cada año, junto a una asignación "extraordinaria" de Bs. 5.698.482 para el año 1956 y otra de Bs. 15.000.000 para el año de 1957.

Cuadro N° 1

Activos presupuestarios y porcentaje del producto interno bruto dedicado al IVNIC durante los años 1955 a 1957

AÑOS	Millones			Porcentaje del PIB
	Bs. corrientes	Bs. de 1984	US\$ corrientes	
1955	10,1	45,02	3,59	0,06%
1956	21,5	91,09	7,27	0,11%
1957	41,8	177,01	14,13	0,18%

Fuente: Informe Bienal IVNIC (Requena, 2002)

Como esas cifras hoy no dicen mucho acerca de su valor adquisitivo, vale la pena hacer una comparación que podría ayudar a comprender el tamaño de la inversión en ciencia y tecnología que estaba haciendo el gobierno del dictador Pérez Jiménez. El dinero invertido en el IVIC en el año de 1957 era equivalente al presupuesto a cualquiera de los años de arranque del CONICIT (1970 a 1974), o lo que se le asignó a ese organismo rector en medio de la crisis de mediados de la década de los años 80. Otra manera de visualizar el punto es

4 La tasa de cambio aplicada para las conversiones referidas al año 1984 es de 12,53 Bs/US\$

expresar la inversión hecha por el estado venezolano en el IVNIC durante ese trienio 1954 a 1957, como función del Producto Interno Bruto (PIB). Esto se recoge en el Cuadro N° 1. Lo invertido en el IVNIC durante tres años consecutivos, un 0,12% del PIB, fue, sin duda alguna, una cantidad muy apreciable de la riqueza nacional. Especialmente cuando se piensa que se trataba de la asignación presupuestaria para una sola institución.

Más allá de nuestras fronteras, los trabajos científicos que Fernández-Morán llevaba a cabo en los Altos de Pipe eran publicados en las más acreditadas revistas especializadas, granjeándole una fama como ningún otro científico venezolano ha disfrutado. Cualquier biólogo celular –la profesión de moda en 1955– estaba obligado a visitar los laboratorios de Fernández-Morán en el IVNIC si quería estar al tanto de los últimos adelantos en ultraestructura. Con él colaboraron y trabajaron en los Altos de Pipe, científicos internacionales de la talla de los Profesores Gunnar Svaetichin, creador de los microelectrodos; Hans Finean, pionero en los estudios estructurales con difracción de Rayos X; Franz Müller en microscopía de campo iónico y Gernot H. Bergold, padre de la virología venezolana.

El asunto de la energía nuclear

En 1956, Fernández-Morán invitó al IVNIC al Profesor Lorin Mullins, un biofísico estadounidense (Requena, 1993) y pionero en el uso de isótopos radiactivos en el estudio del transporte de iones en células excitables. De esa visita nacería el interés en muchos venezolanos en la biofísica de células excitables. Pero, en lo inmediato, reforzó en Fernández-Morán su interés en la física de partículas. Uno de los subproductos de esa disciplina era el uso pacífico de la energía nuclear, ejemplificado por las virtudes como arma de diagnóstico de los isótopos radioactivos, o las bondades de las radiaciones en la terapéutica. Empero, el asunto nuclear tenía otras connotaciones e implicaciones que iban más allá de los pulcros mesones de los laboratorios de investigación.

En efecto, Humberto Fernández-Morán ha sido el más conspicuo promotor de actividades científicas y tecnológicas en el ámbito militar que ha tenido la historia venezolana. A partir de la década de los años 50, él establece fuertes nexos con oficiales de las Fuerzas Armadas nacionales e introduce en el país el tema de la energía nuclear. De acuerdo al criterio del Profesor Ruiz Calderón (1986), quien ha tratado de descifrar el pequeño misterio que representa la relación de Humberto Fernández-Morán con el dictador Pérez Jiménez, pareciera que la incorporación al repertorio de experticias nacionales del manejo y uso de la energía nuclear, fue un elemento central del proyecto de construir un centro de investigación científica de punta.

Si bien en la versión de su propuesta publicada en Acta Científica Venezolana en el año de 1950, Fernández-Morán no menciona el tema nuclear sino el de los isótopos radiactivos, en otros escrito sobre el tema, variaciones literarias de ese artículo como su propuesta al Gobierno Nacional del año 1954, en un párrafo indica que “.....el instituto también está capacitado para ejercer influencia directa sobre la selección y la formación inicial del primer grupo de físicos teóricos y físicos nucleares venezolanos...” (tomado de Ruiz Calderón, 1986). Pareciera entonces que Fernández-Morán conocía (o intuía bien) los planes de Pérez Jiménez para adquirir poder nuclear, y construir un gran reactor nuclear para la producción de “armas atómicas secundarias”. Este estaría siendo planificado por el dictador para ser desarrollado en la Gran Sabana. De acuerdo a lo que revelaría Pérez Jiménez en el año 1968, durante el juicio que por peculado le siguió la República (Ruiz Calderón, 1986). Desde Hiroshima han existido entre nosotros trasnochados que, emulando los guerreros de Chorrillos, fantasean con la posibilidad de contar en el arsenal nacional con un componente nuclear.⁵

Bajo la dirección de Fernández-Morán y desde el IVNIC, se llevó a cabo una importante actividad relacionada con la energía nuclear. Sin duda la más trascendental fue la gestión que llevó a la construcción de un reactor nuclear⁶ RV-1, con el apoyo financiero del Programa Atomos para la Paz y bajo el Convenio de Cooperación de los Gobiernos de Venezuela el de los Estados Unidos de América (firmado en junio 1955). La construcción de la monumental obra de ingeniería fue empujada, tanto por la dictadura como por la democracia, recayendo sobre esta última la distinción de ponerlo en marcha a mediado del año 1961.

El 23 de enero de 1958

Con el alzamiento cívico militar del 21 de enero de 1958, todos los planes de Fernández-Morán se vinieron abajo. El había aceptado el Ministerio de

5 Se debe resaltar que, desde un punto de vista estrictamente tecnológico, el reactor nuclear de Pipe no es capaz de producir material nuclear para armas atómicas. Por su naturaleza sólo es capaz de servir, limitadamente, para tareas de irradiación o como un instrumento de investigación y docencia.

6 La construcción del Reactor Nuclear fue alentada por una donación inicial de US\$ 300.000 del Programa Atomos para la Paz del Presidente D. Eisenhower. Era del tipo piscina con una potencia de 3MW y de diseño de la General Electric. Su complejo incluía facilidades de laboratorio desde los cuales salieron los primeros físicos experimentales del país. Alcanzo la “criticalidad”: el 12 de julio de 1961 (Roche, 1981).

Educación apenas una semana antes, el 13 de enero de 1958, en medio del descontento estudiantil y en los albores de la revuelta popular. El dictador Marcos Pérez Jiménez fue derrocado el 23 de enero. Descabezada la presidencia, Fernández-Morán entregó el gobierno a los nuevos líderes de la era democrática, ya que fue uno de los pocos ministros que se quedó en el país; los demás se fueron al extranjero. Sólo su inmenso prestigio y su ingenuidad ante el proceso político, le permitieron permanecer —por unos meses— en un país dominado por el sentimiento antiperezjimenista. Durante esos meses que siguieron al derrocamiento de la dictadura, Fernández-Morán trató de reordenar su vida como científico, investigando desde sus laboratorios en el IVNIC, pero los acontecimientos lo sobrepasaron y ante una feroz campaña desatada en su contra, no le quedó otro camino que emigrar a mediados del año 1958.

La gestión de Fernández-Morán en el IVNIC fue el blanco escogido para desfigurar su actividad como hombre de ciencia y servidor público, endilgándole el apodo de “el brujo de Pipe” por la aparente extravagancia de sus inventos, como la célebre cuchilla de diamantes o sus complejos descubrimientos —estructura fina del cerebro. En la Venezuela posperezjimenista no había mucho espacio para iniciativas que reposasen sobre los hombros de un sólo hombre aunque ellos fueran los de Humberto Fernández-Morán.

En febrero de 1959, la Junta de Gobierno de Venezuela refunda el IVNIC como el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Renació, así, la institución bandera, el pilar fundamental, del sistema nacional de ciencia y tecnología nacional. Verdadero motor durante los últimos cincuenta años del siglo XX, del quehacer investigativo en ciencia y de desarrollo tecnológico del país. El IVIC ha sido un auténtico semillero, gestor de todos los centros de ciencia y técnica con que el país cuenta hoy en día, formador de generaciones de científicos y tecnólogos de relevo y factor crítico de éxito en el proceso de profesionalización de la actividad en el país.

El exilio voluntario

Durante la época de su “exilio voluntario” realizó varias visitas a Venezuela para ver a su gente en Maracaibo y compartir alguna tarde con sus colegas Académicos. Se dedicó también a tratar de obtener de los gobiernos de turno apoyo para la impulsar alguno de sus megaproyectos, entre los que sobresale un politécnico para las Fuerzas Armadas (en el año 1963), transformado hacia el año 1980 en un centro multidisciplinario de investigaciones tecnológicas para la región de Guayana (pero siempre bajo la égida militar). Sus propuestas, que contaron con alguna simpatía entre nuestros hombres de uniforme, no llegaron a concretarse y ello fue motivo de gran desilusión para él.

Cada una de sus visitas a Venezuela ocurriría en medio de grandes polémicas, más que nada por su reticencia a reconocer la legitimidad de las autoridades sectoriales (CONICIT o IVIC) y una preferencia por los contactos oficiales. Conducta muy cuestionable por darse en medio del proceso de institucionalización sectorial, asunto que reclamaba el debido reconocimiento a las legítimas autoridades. La incipiente –pero políticamente muy activa– comunidad de científicos nacionales resintió el eco que parecían tener sus propuesta en las altas esferas del poder. Los directivos sectoriales resintieron que el alto gobierno no los consultara acerca de los méritos, pertinencia o inconvenientes de los megaproyectos de Fernández-Moran. En el año 1980 su proyecto de un politécnico para Guayana fue desechado sin mayores discusiones.

No fue sino hasta el año 1980 cuando volvió a visitar, por unas horas, al IVIC, a pesar de que había estado varias veces antes en el país. Con el pasar de los años, la salud lo abandonaría y a partir de la década de los noventa, sus viajes a Maracaibo y a Venezuela se harían cada vez más infrecuentes. Humberto Fernández-Morán murió en Estocolmo, Suecia, el 18 de marzo de 1999.

Su obra científica y técnica

Humberto Fernández-Morán contribuyó de manera fundamental al avance y perfeccionamiento de la microscopía electrónica, a través de sus aplicaciones en medicina y biología. Desarrolló la capacidad de trabajo mecánico, precisión y la confiabilidad de los modernos ultra micrótomos. Para poder observar estructuras sub celulares, tuvo que desarrollar la muy celebre cuchilla de diamante, instrumento que permitió el seccionado ultrafino de materiales biológicos (y hasta metálicos). La patente que protegió a su invento (US N° 3.060.781), estuvo por muchos años vigente para el IVIC, al principio regalando las cuchillas y después vendiéndola. Este instrumento siempre le trajo gran reconocimiento a la institución por su calidad. Hasta no hace mucho, se seguían elaborando de acuerdo a las especificaciones originales de Fernández-Morán y en las mismas máquinas que él había diseñado e instalado. La cuchilla de diamante le valió en 1967 la medalla John Scott de la ciudad de Filadelfia; un honor concedido con anterioridad a Claude Bernard, Marie Curie, Alexander Flemming y Jonas Salks. Una excelente revisión técnica de sus contribuciones científicas y técnicas fue elaborada por Padrón (1999).

Al final, se transcribe una lista de los más importantes artículos científicos y patentes producidos por Humberto Fernández-Morán con su respectiva referencia bibliográfica. En la literatura sólo existe una revisión parcial hecha por Archila (1960), mientras que en los C.V. de Fernández-Morán no solía listar

todos los artículos que había producido. Y para los que listaba, las citas bibliográficas dejaban mucho que desear. Aparte de ello, no solía referirse a las publicaciones hechas con otros autores, salvo muy contadas excepciones.

Corolario

Humberto Fernández-Morán fue parte y arte de la Revolución Científica del siglo XX. Transportó a Venezuela el ensueño de la ciencia y técnica como la nueva panacea. Convencido de las infinitas bondades de su quehacer profesional, empleo su genio para hacer realidad su anhelo de transformar, para bien, a su sociedad. Fue parte del grupo de notables hombres y mujeres del mundo que, con su capacidad creadora y su inventiva, creyeron que estaban prestos a descifrar los misterios de la naturaleza, y que el día en que, finalmente, ésta quedaría controlada no estaba muy lejano.

Es cierto que otros hombres de nuestro medio, más los venidos de allende, tenían un grado de convencimiento similar que ostentaba Fernández-Morán sobre el poder transformador encerrado en los laboratorios de investigación. Pero no es menos cierto que, muy pocos como él se dedicaron a propagar las maravillas de la moderna ciencia y su sistema de organización y trabajo. Hasta el día de su muerte, a pesar de los infortunios y reveses, Fernández-Morán fue un incansable vendedor del método, las estructuras y las bondades de esa ciencia y técnica que definió al *medio siglo de oro*, ese período que fue desde los finales de la segunda guerra mundial a los albores del siglo XXI.

Humberto Fernández-Morán, jugó un papel singular en la conformación de la comunidad venezolana de investigadores científicos y de desarrollo tecnológico que permite, a muchos, mostrar hoy con orgullo el gentilicio. Y si bien durante las últimas cuatro décadas, él no tuvo parte activa en la conducción de esa comunidad, su empeño en el año de 1950 de mostrarse como un investigador científico a tiempo completo y su dedicación para construirle al país su primer gran centro de investigaciones científicas de alto nivel y relevancia internacional entre los años 1954 y 1958, sin duda, fueron factores críticos en el proceso de modernización del país y en la génesis de la profesionalización (e institucionalización) de la ciencia y técnica en Venezuela. Aunque otros distinguidos venezolanos fueron los que tuvieron sobre sus hombros la responsabilidad de constituir y dirigir, la conformación del sector durante la segunda mitad del siglo XX, ello no le quita a Humberto Fernández-Morán su mérito como uno de los precursores de ese sistema.

Nuestra democracia ha llevado a la ciencia y la técnica a ser el quehacer diario de muchos compatriotas, con logros personales significativos, refleja-

dos en sus importantes creaciones o descubrimientos. La refundación del IVIC sobre la infraestructura construida para el IVNIC, la organización de las facultades de ciencias, la creación del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas y la formación masiva de recursos humanos por parte de los programas de formación de docentes de las universidades nacionales y el de becarios de la Fundación Gran Mariscal de Ayacucho o Intevep, están en los orígenes del sistema nacional de ciencia y tecnología y lo que no puede sino ser considerado como uno de los éxitos de los gobiernos democráticos de la segunda mitad del siglo XX en Venezuela. En los albores del siglo XXI, nuestra Venezuela cuenta con un respetable conjunto de instituciones dedicadas integralmente al quehacer investigativo científico y de desarrollo tecnológico, donde, organizada y metódicamente, hombres y mujeres formados profesionalmente, se dedican a la búsqueda de nuevos conocimientos y diseñan para ellos, aplicaciones de valor económico. A estos efectos, deseamos reclamar que Humberto Fernández-Morán y su mejor creación, el IVNIC, son el punto de partida del moderno sistema de ciencia y tecnología nacional.

En efecto, si bien es imposible saber que hubiera pasado en la Venezuela democrática de no haber sido creado por Fernández-Morán el IVNIC en el año 1954, no cabe duda que la moderna comunidad científica venezolana puede trazar sus orígenes en la formulación y construcción del IVNIC y que, en buena medida, posteriormente se estructura alrededor de los frutos recogidos en los Altos de Pipe. Y es que ninguna de las instituciones de ciencia creadas por el sector público durante la era democrática de la segunda mitad del siglo XX, ha mostrado la trascendencia que ha tenido el IVIC, legado natural y directo del IVNIC.

Bibliografía

- Archila, R. (1960) **Bibliografía Médica Venezolana**. Período 1952 a 1958. 3ª Edición. Pps. 154 y 155. Imprenta Nacional. Caracas.
- Carrasco, M. y Dos Ramos, F., (1999). **Humberto Fernández-Morán (1924-1999). Biografía de uno de los científicos venezolanos más importantes del siglo XX**. Informe Médico. Vol. 1(10): 591-607.
- De Bellard, E., (1993), **Una sabio en la Venezuela de hoy**. El Universal edición del 29 de julio, cuerpo 1, página 4.
- DiPrisco, M.C. (1992). **La Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia**, en Cuadernos LAGOVEN. Editorial Arte. Caracas, pp. 35-50.
- Fernández-Morán, H.,(1950). **Ideas Generales sobre la Fundación de un Instituto Venezolano para Investigaciones del Cerebro**, Acta Científica Venezolana (1950) Vol. 1, N° 3 (septiembre/octubre), páginas 85-87.
- Gasparini, O. (1969): **La investigación en Venezuela. Condiciones de su desarrollo**. Caracas, publicaciones del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas.
- Granier Doyeux, Marcel, (1953). Discurso de Orden pronunciado en el Ilustre Paraninfo de la Universidad Central de Venezuela con motivo de la Incorporación a la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales del Profesor Doctor Humberto Fernández-Morán. 27 de Mayo de 1953. Boletín de la Academia, Año XIX, Tomo XVI, N° 51, 1953
- Lewis, R.S., (1973) Humberto Fernández-Morán en **Men of Science, Science Year 1973**, World Book Encyclopedia Science Annual., pp 382-397
- Matos Romero, M., (1986). Dr. Humberto Fernández-Morán, **Un sabio venezolano del siglo XX**. Tipografía UNION, Caracas.
- Padrón, R. (1999). **Contribución de Humberto Fernández-Morán a la Microscopia Electrónica**. *Rev. latinoamericana de metalurgia y materiales* Vol 19: pps. 5-6.
- Requena, J., (1985a) De la ausencia al exceso de reconocimiento académico: Los casos de Beupersuy y Flemming. Crítica de los Libros: **Beupersuy: de Cumaná a la Academia de Ciencias de París**, W. Lemoine y M. M. Suárez, Impresión Cromotip, Caracas, 1984 y **Alexander Flemming: The Man and The Myth**, G. MacFarlane, Cghatto and Windus. Hogarth Press. 1984. INTERCIENCIA. Vol. 10 (3): pps. 157-158.

- Requena, J., (1993) **A life dedicated to the study of the interactions of ions and excitable membranes: Lorin Mullins: Professor of Biophysics.** INTERCIENCIA. Vol 18 (5): pps. 264-265.
- Requena, J., (2002). **Ciencia y Democracia: a propósito de Humberto Fernández-Morán.** CIED e Intevp. Caracas. 360 pp. (2002). En prensa. Publicado como un libro a partir de "Medio siglo de ciencia y tecnología en Venezuela: los frutos de Pipe". Trabajo de Incorporación a la Academia de Ciencias, Físicas, Matemáticas y Naturales. Caracas. 360 pp.
- Roche, M., (1981). **Reactor, radioisótopos y energía nuclear: sus avatares en Venezuela.** Interciencia, Vol. 6(2), pps. 86-92.
- Roche, M., (1996a). **Memorias y olvidos.** Fundación Polar. Editorial ExLibris. Caracas.
- Ruiz Calderón, H., (1986). **El nuevo ideal nacional y la ciencia. El caso de la física y la energía nuclear.** Tierra Firme. Año 4 Vol4. pps. 385-400.

Referencias bibliográficas de la obra científica y las patentes producidas por Humberto Fernández-Morán

- 1) **Fernández-Morán H., (1944).** Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat. Vol. 33, p. 225.
- 2) **Olivecrona H., Laekartidn S., Fernández-Morán H., (1947).** "Apuntes Biográficos sobre el Profesor Herbert Olivecrona." Kugelbergs Boktrvckeri, (Mimeo), Estocolmo.
- 3) **Fernández-Morán H., (1948).** Examination of brain tumor tissue with the electron microscope. Ark. Zool., Vol. 40A (Nº. 6), pp. 1-29.
- 4) **Fernández-Morán H., y Luft R., (1949).** Submicroscopic cytoplasmic granules in the anterior lobe cells of the rat hypophysis as revealed by electron microscopy. Acta Endocrinal. (Copenhagen). Vol. 2 (Nº3), pp.199-211.
- 5) **Fernández-Morán H., (1950).** Elektronenmikroskopische untersuchung der markacheide and des achaenzylinders im internodalem abschnitt der nervenfaser. Experientia, Vol. 6, p.339.
- 6) **Fernández-Morán H., (1950).** Electron microscope observations on the structure of the myelinated nerve fiber sheath. Exp. Cell Res. Vol. 1, pp.143-149.

- 7) **Fernández-Morán H.**, (1950). Sheath and axon structures in the internode portion of vertebrate myelinated nerve fibers. An electron microscope study of rat and frog sciatic nerves. *Exp. Cell Res.* Vol. 1, pp 309-340.
- 8) **Fernández-Morán H.**, (1950). Ideas Generales sobre la Fundación de un Instituto Venezolano para Investigaciones del Cerebro. *Acta Científica Venezolana* Vol. 1 (N° 3), p. 85-87.
- 9) **Fernández-Morán H.**, (1951). Diffraction of electrons by structures resembling myelin lamellae. *Exp. Cell Res.* Vol. 2, pp. 673-679.
- 10) **Fernández-Morán H.**, (1951). Las bases físicas y fisiológicas del Electroencefalograma. *Acta Científica Venezolana* 2 (N° 3), pp. 94-102.
- 11) **Fernández-Morán H.**, (1952). The submicroscopic organization of vertebrate nerve fibers: an electron microscope study of myelinated and unmyelinated nerve fibres. *Exp. Cell Res.* Vol. 3, pp. 282-359.
- 12) **Fernández-Morán H.**, (1952). The submicroscopic organization of vertebrate nerve fibers as revealed by electron microscopy. *Disertación Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Estocolmo.* 83 pp. Almquist & Wiksells, Boktryckeri A.B. Upsala, Suecia.
- 13) **Fernández-Morán H.**, (1952). Application of the ultrathin freezing sectioning technique to the study of cell structures with the electron microscope. *Arkiv. Fysik.* Vol. 4 (N° 31), pp. 471-483.
- 14) **Fernández-Morán H.**, y **Dahl A. O.**, (1952). Electron microscopy of ultrathin frozen sections of pollen grains. *Science*, Vol. 116 (N° 3018), pp. 465-467.
- 15) **Fernández-Morán H.**, (1953). Observation on the structure of submicroscopic nerve fibers. *Exp. Cell Res.* Vol. 4, pp. 480-481.
- 16) **Fernández-Morán H.**, (1953). A diamond knife for ultrathin sectioning. *Exp. Cell Res.* Vol. 5, pp. 255-256.
- 17) **Fernández-Morán H.**, (1953). Esquema del programa funcional para un instituto nacional de neuropsiquiatría anexo al hospital central de psiquiatría de Caracas. *Rev. Nac. Hosp.* Vol. 2 (N° 3), pp.61-64.
- 18) **Fernández-Morán H.**, (1953). La ultraestructura de las fibras nerviosas reveladas por el microscopio electrónico. *Rev. Neuropsiquiatría.* Vol. 16, pp.119-128.
- 19) **Fernández-Morán H.**, (1954). The submicroscopic structure of nerve fibers. *Prog. Biophys. & Biophysical Chem.*, Vol. 4, pp. 112-147.
- 20) **Fernández-Morán H.**, (1955). La organización submicroscópica del segmento interanular de las fibras nerviosas meduladas en los vertebrados.

Trabajo de incorporación a la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (Caracas, Venezuela). Bol. Acad. Cienc. Fis. Mat. Nat. (Caracas), Tomo XVI, Año XIX, N° 51, pp.3-153. También como libro de 162 pp. (1953). Imprenta del Comercio. Caracas.

- 21) **Fernández-Morán H.**, (1955). Estudios sobre la organización submicroscópica del tálamo. Actas del Sexto Congreso Latinoamericano de Neurociencias. Imprenta Rosgal, Montevideo, pp. 599-753.
- 22) **Fernández-Morán H.**, (1955). Memoria del Instituto Venezolano de Neurología e Investigaciones Cerebrales (IVNIC). Rev. Nac. Hosp. Vol. 6, pp.73-81.
- 23) **Fernández-Morán H.**, (1955). Patente Inglesa N° 799.498. Improvement in or relating to a method of polishing a cutting edge of a diamond for a cutting tool (fecha de presentación en Londres 1954).
- 24) **Fernández-Morán H.**, (1956). A new microtome with diamond knife. Ind. Diamond Rev. Vol. 16, pp. 128-133.
- 25) **Fernández-Morán H.**, (1956). Fine structure of the insect retinula as revealed by electron microscopy. Nature (London), Vol. 177, pp. 742-743.
- 26) **Fernández-Morán H.**, (1956). Applications of a diamond knife for ultrathin sectioning to the study of the fine structure of biological tissues and metals. J. Biophys. Biochem. Cytol., Vol. 4 (Suppl. 2), pp. 29-30.
- 27) **Fernández-Morán H.**, y Engström A., (1956). Ultrastructural organization of bone. Nature (London), Vol. 173, pp 494-495.
- 28) **Fernández-Morán H.**, (1956). El valor de la investigación científica en nuestro medio. Rev. Nac. Hosp. Vol. 7, pp.54-55.
- 29) **Fernández-Morán H.**, (1956). Presentación de patente nacional. Maquinas para desprender virutas, particularmente un microtomo. Ministerio de Fomento. Caracas.
- 30) **Fernández-Morán H.**, (1957). Electron microscopy of nervous tissue. Actas del Segundo Simposium Internacional de Neuroquímica. En "Metabolism of the Nervous Systems". Editor E. Richter, pp 1-34. Pergamon Press. Londres.
- 31) **Fernández-Morán H.** y Engström A., (1957). Electron microscopy and x-ray diffraction of bone. Biochim. Biophys. Acta, Vol. 23, pp. 260-264.
- 32) **Fernández-Morán H.** y Finean J.P., (1957). Electron microscope and low-angle x-ray diffraction studies of the nerve myelin sheath. J. Biophys. Biochem. Cytol. Vol. 3 (N°5), pp. 725-748.

- 33) Denis P., Csaki A., Delco M., Sprenger J., **Fernández-Morán H.** y Rawlyer W., (1957). Nuclear magnetic resonance spectrometer using transistors. Extrait des archives des Sciences (Ginebra). Fasciculo especial. Vol, 10, pp 223-234.
- 34) **Fernández-Morán H.**, Zinn W.H., Cerutti B.C. y Lang C., (1957). El reactor nuclear de investigación en el IVNIC. Actas del Primer Simposium Interamericano sobre Energia Nuclear. Brookhaven National Laboratory. p 1.
- 35) **Fernández-Morán H.**, (1957). Patente Sueca N° 10.682. Microtomo (presentación en 1954).
- 36) **Fernández-Morán H.** y Brown R., (Editores). (1958). Actas de un Symposium sobre "The submicroscopic organization and function of nerve cells". Supp. N° 5 de Experimental Cell Research.
- 37) **Fernández-Morán H.**, (1958). Fine structure of the light receptors in the compound eye of insects. En "The submicroscopic organization and function of nerve cells". Supp. N° 5 de Experimental Cell Research, pp 586-644.
- 38) **Fernández-Morán H.**, y Schramm G., (1958). The structure of tobacco mosaic virus as revealed in ultrathin sections by electron microscopy. Die Zeitschrift fuer Naturforsschungen, 13Band, pp. 68-71.
- 39) **Fernández-Morán H.**, (1959). Fine structure of biological lamellar systems. En "Biophysical Sciences: a study program", editado por J.L. Oncley et al. pp 319-330. John Wiley and Sons, N.Y.
- 40) **Fernández-Morán H.**, (1959). Fine structure of biological lamellar systems. Rev. Modern Phys. Vol. 31 (N°2), pp. 319-330.
- 41) **Fernández-Morán H.**, (1959). Cryofixation and supplementary low temperature preparation techniques applied to the study of tissue ultrastructure. Actas del 17ava Conferencia Anual de la Sociedad Americana de Microscopia Electrónica. J. Appl. Phys. Vol 30 (N° 12), p. 2038.
- 42) **Fernández-Morán H.**, (1959). Multiple objective apertures for high resolution electron microscopy. Actas del 17ava Conferencia Anual de la Sociedad Americana de Microscopia Electrónica. J. Appl. Phys. Vol 30 (N° 12), p. 2038.
- 43) **Fernández-Morán H.**, (1959). Electron microscopy of retinal rods in relation to localization of rhodopsin. Science. Vol 129, pp. 1284-1285.
- 44) **Fernández-Morán H.**, (1960). Low temperature electron microscopy of hydrated systems. En "Fast Fundamental Transfer Processes in

- Aqueous Biomolecular Systems” editado por F. O. Schmitt. pp. 26-33. M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts.
- 45) **Fernández-Morán H.**, (1960). Patente US N° 2.961.908. Microtome (fecha de presentación 1954).
 - 46) **Fernández-Morán H.**, (1960). The staining of thin sections of mouse pancreas prepared by the Fernández-Morán Helium II freeze-substitution method. *The Journal of Biophys. and Biochem. Citology*. Vol. 8, pp. 644-670.
 - 47) **Fernández-Morán H.**, (1960). Low-temperature preparation techniques for electron microscopy of biological specimens based on rapid freezing with liquid helium II. *Actas de una Conferencia sobre Congelamiento y Desecado de Material Biológico*. Ann. N. Y. Acad. Sci., Vol. 85, pp. 689-713.
 - 48) **Fernández-Morán H.**, (1960). Improved pointed filaments of Tungsten, Rhenium, and Thallium for high-resolution electron microscopy and electron diffraction. *J. Appl. Phys.* Vol. 31, p. 1840.
 - 49) **Fernández-Morán H.**, (1960). Single-crystals of graphite and of mica as specimen supports for electron microscopy. *J. Appl. Phys.* Vol 31, 1840.
 - 50) **Fernández-Morán H.**, (1960). Direct study of ice crystals and of hydrated systems by low-temperature electron microscopy. *J. Appl. Phys.* Vol 31, 1840.
 - 51) **Fernández-Morán H.**, (1961). Lamellar systems in myelin and photoreceptors as revealed by high-resolution electron microscopy. *Actas del Sexto Simposio Anual de la Sociedad de Fisiólogos Generales (USA)*. Ann. Symp. Soc. Gen. Physiol. Vol 6. pp 113-159. Publicado también como “Macromolecular Complexes” (M. V. Edds, editor), pp. 113-159. Ronald Press, New York.
 - 52) **Fernández-Morán H.**, (1961). High resolution electron microscopy of hydrated biological systems. *Actas del Segundo Congreso Internacional de Biofísica (Estocolmo)*. Vol. 1, p324.
 - 53) **Fernández-Morán H.**, (1961). New approaches in the study of biological ultrastructure by high resolution electron microscopy. *Actas de un Symposium de la Sociedad Internacional de Biología Celular*. Publicado como la “The Interpretation of Ultrastructure”, editado por R. J. C. Harris. Vol. 1, p. 411-427. Academic Press, New York..
 - 54) **Fernández-Morán H.**, (1961). The fine structure of vertebrate and invertebrate photoreceptors as revealed by low-temperature electron microscopy. En “The Structure of the Eye” editado por G. K. Smelser. pp. 521-556. Academic Press, New York.

- 55) **Fernández-Morán H.**, (1961). Biological applications of magnetic fields-cryo-electron microscope using super conducting electromagnetic lenses at liquid helium temperatures. Actas de una Conferencia Internacional sobre Altos Campos Magnéticos. Mimeo del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT). Boston.
- 56) **Fernández-Morán H.**, (1962). Cell membrane ultrastructure; low temperature electron microscopy and x-ray diffraction studies of lipoprotein components in lamellar systems. Ass. Res. Nerv. Ment. Diseases Ser.. Vol. 40, pp. 235-267.
- 57) **Fernández-Morán H.**, (1962). Cell membrane ultrastructure; low temperature electron microscopy and x-ray diffraction studies of lipoprotein components in lamellar systems. En "Ultrastructure and metabolism of the nervous system" editor S.R. Korey. p. 338. Williams & Wilkins, Baltimore.
- 58) **Fernández-Morán H.**, (1962). Molecular basis of specificity in membranes. En "Macromolecular specificity and biological memory" editado por F.O. Schmitt, pp 38-40. MIT press. Cambridge MA.
- 59) **Fernández-Morán H.**, (1962). New approaches in the study of biological ultrastructure by high resolution electron microscopy. Actas del Simposium de la Sociedad Internacional de Biología Celular. Vol 1, p 411-427 y editado por R.C. Harris. Academic Press, Londres.
- 60) **Fernández-Morán H.**, (1962). Molecular organization of cell membranes. Circulation. Vol 26, pp. 1039-1065.
- 61) **Fernández-Morán H.**, (1962). Patente US N° 3.060.781. Diamond cutting tool having an edge thickness of 0.001 to 0.01 micron (fecha de presentación 1954).
- 62) **Fernández-Morán H.**, (1963). Subunit organization of mitochondrial membrane. Science Vol. 140, p. 381.
- 63) **Fernández-Morán H.**, (1963). Patente US N° 3.091.144. Method of cutting substances (fecha de presentación 1954).
- 64) **Fernández-Morán H.**, Reed L.J., Koike M. y Willms R.R., (1964). Electron microscopy and biochemical studies of pyruvate dehydrogenase complex of escheridia coli. Science Vol. 145, p. 930-932.
- 65) **Fernández-Morán H.**, Oda T., Blair P.V. y Green D.E., (1964). A macromolecular repeating unit of mitochondrial structure and function. J. Cell Biol. Vol. 22, pp. 63-100.
- 66) **Fernández-Morán H.**, (1964). New approaches in correlative studies of biological ultrastructure by high-resolution electron microscopy. J. Royal Microsc. Soc. Vol. 83, pp.183-195.

- 67) **Fernández-Morán H.**, (1965). Electron Microscopy: application of superconducting solenoid lenses. *Science*. Vol. 148, p. 665.
- 68) **Fernández-Morán H.**, Haselkorn R., Kieras F.J. y van Bruggen E.F., (1965). Electron microscopic and biochemical characterization of proteins. *Science* Vol. 150, pp. 1598-1601.
- 69) **Fernández-Morán H.**, (1965). Electron Microscopy with High-Field Superconducting Solenoid Lenses. *Proc. Natl. Acad. Sci. (U.S.A.)*. Vol 53 (N° 2), p. 445-451.
- 70) **Fernández-Morán H.**, (1965). Structured water and interrelationship with organized macromolecular systems. *Actas de una Conferencia sobre "Agua Estructurada en Sistemas Biológicos"*. *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 125, pp 739-752.
- 71) **Fernández-Morán H.**, (1966). High-resolution electron microscopy with superconducting lenses at liquid helium temperatures. *Proc. Natl. Acad. Sci. (U.S.A.)*, Vol. 56 (N° 3), pp. 801-808.
- 72) van Bruggen E.F., **Fernández-Morán H.** y Ohtsuki O., (1966). Macromolecular organization of hemocyanins and apohemocyanins as revealed by electron microscopy. *J. Mol. Biol.*, Vol. 16, pp. 191-207.
- 73) van Bruggen E.F. y **Fernández-Morán H.**, (1966). Reassociation of hemocyanins from subunit mixtures. *J. Mol. Biol.*, Vol. 16, pp. 208-211.
- 74) van Bruggen E.F., Colvill A.J. y **Fernández-Morán H.**, (1966). Physical properties of a DNA dependent RNA polymerase for *Escherichia coli*. *J. Mol. Biol.*, Vol. 17, pp. 302-304.
- 75) **Fernández-Morán, H.**, (1966). Low temperature electron microscopy with high field superconducting lenses. *Actas del Sexto Congreso Internacional de Microscopía Electrónica de Alta Resolución de Material Biológico (Kioto)*. Vol. 1, p. 147-148.
- 76) **Fernández-Morán H.**, (1967) Electron Microscopy in the future. *Actas del 25ava Conferencia Anual de la Sociedad Americana de Microscopia Electrónica (EMSA)*, editada por C. Arcenneaux (Chicago). *Proc. Annual Meet. Electron Microsc. Soc. Am.* Vol. 25, pp. 10-11.
- 77) **Fernández-Morán H.**, (1967) Applications of improved point cathode sources to high resolution electron microscopy. *Actas de la 25ava Conferencia Anual de la Sociedad Americana de Microscopia Electrónica (EMSA)* editada por C. Arcenneaux (Chicago). *Proc. Annual Meet. Electron Microsc. Soc. Am.* Vol. 25, pp. 27-28.
- 78) **Fernández-Morán H.**, (1967). Membrane ultrastructure in nerve cells. En "The neurosciences research program" editado por G.C. Quanton,

- T. Melnechuk y F.O. Schmitt, pp 281-304. The Rockefeller University Press.
- 79) Woodcock C.L.F. y **Fernández-Morán H.**, (1968). Electron Microscopy of DNA Conformations in Spinach Chloroplasts. *J. Mol. Biol.* Vol. 31, pp. 627-631.
 - 80) **Fernández-Morán H.**, (1968). Electron Microscopy of a hemagglutinin from limulus polyphenus. *J. Mol. Biol.* Vol. 32, p. 467-469.
 - 81) **Fernández-Morán H.**, (1968). The world of inner space. *Science Year Book*, pp 216-227. Field Enterprises.
 - 82) **Fernández-Morán H.**, (1969). Humanidad y ciencias en la encrucijada. *Bol. Acad. Cienc. Fis. Mat. Nat. (Caracas)*, Tomo XXIX, N° 82, pp.21-27.
 - 83) **Fernández-Morán H.**, (1969). Exploration of man interior using electron microscopy. *Med. Welt.* Vol 16, pp.933-935.
 - 84) **Fernández-Morán H.**, (1969). Patente US N° 3.447.366. Process of determining dimensions and properties of cutting edges of molecular dimensions (fecha de presentación 1965).
 - 85) **Fernández-Morán H.**, Hafner S.S., Ohtsuki M. y Virgo D., (1970). Mössbauer effect and high-voltage electron microscopy of pyroxenes in type B samples. *Science* Vol. 167 (portada del N° 3918), pp. 686-688.
 - 86) **Fernández-Morán H.**, (1970). El nuevo mundo del espacio interior. *Bol. Acad. Cienc. Fis. Mat. Nat. (Caracas)*, Tomo XXX, N° 86, pp.27-36.
 - 87) **Fernández-Morán H.**, (1970). Efecto Mössbauer y microscopia electronica de alto voltaje de los piroxenos lunares en muestras tipo b. *Bol. Acad. Cienc. Fis. Mat. Nat. (Caracas)*, Tomo XXX, N° 87, pp.13-20.
 - 88) **Fernández-Morán H.**, (1970). Cell fine structure and function. Past and present. *Exp. Cell Res.* Vol. 62, pp. 90-101.
 - 89) **Fernández-Morán H.**, (1970). High voltage electron microscopía at liquid helium temperatures. *Actas del Séptimo Congreso Internacional Anual de Microscopia Electrónica (Grenoble)*. Vol. 2, pp. 91-92.
 - 90) **Fernández-Morán H.**, (1971). Electron micrposcopy and diffraction of layered superconducting intercalation complexes. *Science* Vol. 174 (portada del N° 4008), pp 498-500.
 - 91) **Fernández-Morán H.**, (1972). Microscopia electrónica y difracción en superconductores de intercalación compleja. *Bol. Acad. Cienc. Fis. Mat. Nat. (Caracas)*, Tomo XXXII, N° 94/95, pp.7-14.

- 92) **Fernández-Morán H.**, (1972). Electron microscopy: a glimpse into the future. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* Vol. 195, p. 376-389.
- 93) **Fernández-Morán H.**, Patente US N° 3.646.841. Apparatus using ultrasharp diamond edge for ultrathin sectioning (fecha de presentación 1965).
- 94) **Fernández-Morán H.**, (1973). Patente N° 3.751.780. Ultrasharp diamond edges for ultrathin sectioning and as point cathode (fecha de presentación 1971).
- 95) **Fernández-Morán H.**, (1973). Applications of cryogenics in electron microscopy. *Actas de la Quinta Conferencia Anual de la Sociedad de Criogenia*, editado por R.H.Carr. *Appl. Cryog. Technol.* 5, pp. 153-181. Scholium Int. Whitestone N.Y.
- 96) **Fernández-Morán H.**, (1973). High voltage low temperature electron microscopic studies of virus structure. (Mimeo) *Actas del Segundo Symposium Internacional Duran-Reynals sobre Replicación Viral y Cancer.*
- 97) **Fernández-Morán H.**, (1974). Patente US N° 3.803.958. Ultrathin sectioning with ultrasharp diamond edge at ultra low temperature (fecha de presentación 1971).
- 98) **Fernández-Morán H.**, (1978). Patente US N° 4.084.942. Ultraharp diamond edges and points and method of making (fecha de presentación 1975).
- 99) **Fernández-Morán H.**, (1979). Patente US N° 4.164.680. polycrystalline diamond emitter (fecha de presentación 1977).
- 100) **Fernández-Morán H.**, (1979). Palabras de bienvenida al Miembro correspondiente extranjero Profesor J. Bardeen.. *Bol. Acad. Cienc. Fis. Mat. Nat.* (Caracas), Tomo XL, N° 119-120, pp.89-94.
- 101) **H. Fernández-Morán**, *Proc. Robert A. Welch Found. Conf. Chem. Res.* 23, 315 (1979).
- 102) **Fernández-Morán H.**, (1981). Patente US N° 4.273.561. Ultrasharp polycrystalline diamond edges, points and improved diamond composites, and methods of making and irradiating same (fecha de presentación 1979).
- 103) **Fernández-Morán H.**, (1982). Criomicroscopy: history and outlook. *Actas del Décimo Congreso Internacional de Microscopia Electrónica* (Hamburgo), Vol. 1 p. 751.
- 104) **Fernández-Morán H.**, (1982). Patente US N° 4.319.889. Ultraharp diamond edges and points and methods of making same by precision microirradiation (fecha de presentación 1980).

- 105) **Fernández-Morán H.**, (1985). Cryo-electrón microscopy and ultramicrotomy: reminiscences and reflections. *Advances in electronics and electron physics. Supp. N° 16*, pp. 167-223.
- 106) **Fernández-Morán H.**, (1986). Megavolt and cryo electron microscopy of diamond knife edges. *Ultramicroscopy. Vol. 20*, pp317-328.
- 107) **Fernández-Morán H.**, (1988). La microscopia electrónica en la investigación científica. *Bol. Acad. Cienc. Fis. Mat. Nat. (Caracas)*, Tomo III, N° 151-154, pp.179-181.
- 108) **Fernández-Morán H.**, (1992). Microscopia electrónica: pasado, presente y futuro. *Recuerdos de cinco decenios y presagios. Bol. Acad. Cienc. Fis. Mat. Nat. (Caracas)*, Tomo LII, N° 167-168, pp.11-27.