

## FERNÁNDEZ-MORÁN, HUMBERTO

Maracaibo (Edo. Zulia) Febrero 18, 1924 - Estocolmo (Suecia) Marzo 17, 1999

Científico pionero de varias técnicas importantes de microscopía electrónica, y de sus aplicaciones en la biología, la medicina y la ciencia de los materiales. Humberto Fernández-Morán Villalobos realizó sus estudios de primaria y parte del bachillerato en *The Witt Junior School* en Nueva York. En 1936 regresa a Maracaibo donde sigue por un año cursos preparatorios en el Colegio Alemán. En 1937 ingresó al liceo *Schulgemeinde Wichersdorf* de Sallfeld, Alemania, donde se gradúa de Bachiller a los 15 años. Inicia sus estudios de medicina en la Universidad de Munich, graduándose *Summa cum Laude* en 1944. Regresa nuevamente a Venezuela y revalida su título de médico-cirujano en la Universidad Central de Venezuela. En 1945 trabaja en el Hospital Psiquiátrico de Maracaibo, y entre 1945 y 1946 realiza una especialización en Neurología y Neuropatología en la Universidad George Washington. En 1946 se traslada a Estocolmo para trabajar en el Hospital Serafimer con el neurocirujano Herbert Olivecrona. Afectado por las muertes causadas por los tumores malignos, y estimulado por el Prof. Olivecrona, Fernández-Morán se orienta hacia la investigación básica para aprender más sobre la organización de las células tumorales. En el mismo año visita al Prof. Manne Siegbahn (Premio Nobel de Física, 1924) quién lo invita a trabajar en los laboratorios de microscopía electrónica del Instituto Nobel de Física que él dirigía. Allí y en el Instituto Karolinska Fernández-Morán se forma como microscopista electrónico. En esa etapa de su vida concibe la crio-ultramicrotomía<sup>1</sup> y la cuchilla de diamante para ultramicrotomía<sup>2</sup>. Esta última le lleva a obtener la primera de más de una docena de patentes, y 14 años después, en 1967, a recibir el Premio John Scott, otorgado también entre otros, a Jonas Salk por la vacuna antipoliomielítica, a Marie Curie por el descubrimiento del Radio y la determinación de sus propiedades radiactivas, a Thomas Edison por la lámpara incandescente y a Alexander Fleming por el descubrimiento de la penicilina.

Fernández-Morán regresa a Venezuela en 1954 invitado por el entonces Ministro de Sanidad Dr. P. A. Gutiérrez Alfaro quién le asigna la misión de desarrollar un centro regional para investigación y entrenamiento en investigaciones neurológicas y cerebrales. Fernández-Morán funda el Instituto Venezolano de Investigaciones Neurológicas y Cerebrales (IVNIC) en Abril de 1954, como un ente gubernamental autónomo adscrito al Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. En solo 7 meses logró que se construyera la carretera principal y los servicios básicos del Instituto, y al año siguiente, el 2 de Diciembre de 1955 se inauguraron los laboratorios de ultraestructura de nervio (con instalaciones de microscopía electrónica en pleno funcionamiento), la unidad de neurofisiología, el taller central (incluyendo la unidad de cuchillas de diamante), la biblioteca y las residencias para el personal y visitantes. Las investigaciones del nuevo instituto, condujeron a una primera investigación sobre la estructura fina de la retícula de insectos que fue publicada en la revista *Nature* en 1956. En el IVNIC, Fernández-Morán además se ocupó de la producción, aplicaciones en biología, medicina y ciencia de los materiales<sup>3</sup> y distribución de cuchillas de diamante que eran enviadas sin costo alguno a laboratorios de microscopía electrónica en todo el mundo. El 13 de Enero de 1958 Fernández-Morán fue llamado por el Ministro de Sanidad Dr. Gutierrez Alfaro para solicitarle aceptara el cargo de Ministro de Educación, en el cual se desempeñó por 10 días. El 14 de Febrero de 1958 Fernández-Morán entregó el IVNIC a quién sería su segundo director, el Dr. Marcel Roche. El

IVNIC, institución precursora del IVIC, constituye la primera demostración exitosa en Venezuela de un instituto capaz de llevar a cabo investigación científica y tecnológica de una manera organizada y con planes a largo plazo. Fernández-Morán puso a Venezuela en el mapa científico mundial, al producir investigación original en el campo de las investigaciones cerebrales y las neurociencias. Estos campos fueron ampliados a otras áreas científicas en años subsiguientes por el IVIC, creado en 1959 en las mismas instalaciones del IVNIC.

A finales de febrero de 1958 Fernández-Morán viaja a los EE.UU. para trabajar en el Massachusetts General Hospital de Boston, donde organiza el Mixer Laboratories for Electron Microscopy, y colabora con el Department of Biology del Massachusetts Institute of Technology (MIT). Entre 1958 y 1962 realiza su trabajo en microscopía electrónica de alta resolución y microscopía electrónica de baja temperatura de sistemas biológicos<sup>4,5</sup>. En 1962 acepta el cargo de Profesor de Biofísica en la Universidad de Chicago, donde luego es designado *Professor A. N. Pritzker of Biophysics* y Director de la División de Ciencias Biológicas y de la Escuela Pritzker de Medicina. Entre 1962 y 1985 Fernández-Morán introduce el concepto de crio-microscopía electrónica<sup>6</sup>, el crio-microscopio electrónico<sup>7</sup>, el uso de lentes superconductoras<sup>8</sup> y el crio-ultramicrotomo<sup>9</sup>.

En 1985 escribe sus reminiscencias y reflexiones sobre la crio-microscopía electrónica<sup>10</sup> y luego viaja a Estocolmo donde reside hasta su muerte, acaecida en 1999. Fernández-Morán estuvo casado con la sueca Anna Browallius y de ese feliz matrimonio resultaron dos hijas, María Elena graduada en matemáticas y Verónica graduada en biología.

Humberto Fernández-Morán contribuyó de manera fundamental al desarrollo de la técnica de la microscopía electrónica<sup>10</sup> así como de sus aplicaciones en biología, medicina y ciencia de los materiales. Fernández-Morán introdujo por vez primera el concepto de crioultramicrotomía<sup>1</sup>; la cuchilla de diamante<sup>2</sup> y sus aplicaciones para el seccionado ultrafino de materiales biológicos y metales<sup>3</sup>; la técnica de crio-fijación ultra-rápida con helio<sup>4</sup>; el método de sustitución bajo congelamiento para microscopía electrónica<sup>5</sup>; el concepto de crio-microscopía electrónica<sup>6</sup> y el crio-microscopio electrónico<sup>7</sup>; el uso de lentes superconductoras a temperatura de helio líquido en microscopios electrónicos<sup>8</sup> y el crio-ultramicrotomo operado a temperatura de helio líquido<sup>9</sup>. Además contribuyó a la modificación de los ultramicrotomos<sup>11</sup>; al desarrollo de filamentos de punta y de cristal único<sup>12</sup>, para proveer microhaces coherentes para la obtención de micrografías electrónicas de baja dosis electrónica disminuyendo el daño por irradiación electrónica y al desarrollo de portaespecímenes para nitrógeno y helio líquidos<sup>4</sup>.

Las contribuciones de Fernández-Morán en Biología y Medicina son múltiples y variadas, pudiéndose mencionar entre otras sus estudios pioneros sobre la estructura de las membranas de la mielina, con registro simultáneo de los espectros de difracción de rayos-X<sup>13</sup>; y sus estudios pioneros sobre las membranas mitocondriales<sup>14</sup>. Las micrografías electrónicas de Fernández-Morán fueron las primeras en revelar la complejidad de la estructura de las membranas mitocondriales<sup>14</sup>. La correlación de datos bioquímicos y de microscopía electrónica le permitió definir una partícula submitocondrial en la superficie de las membranas de las crestas mitocondriales<sup>14</sup>. Estas partículas, que se denominan partículas elementales o partículas de Fernández-Morán consisten de una cabeza globular, de un eje cilíndrico y de una pieza basal. Estudios

ulteriores demostraron que el eje y la pieza basal incluían un dominio (F<sub>0</sub>) transmembrana que transportaba protones a través de las membranas de las crestas y que la cabeza comprendía la ATPasa (F<sub>1</sub>), que sintetizaba ATP al pasar los protones a través de F<sub>0</sub> siguiendo el gradiente electroquímico. Las imágenes obtenidas por Fernández-Morán<sup>14</sup> demostraron claramente la asimetría de las proteínas en las membranas iniciando las investigaciones bioquímicas que condujeron a una comprensión de como la quimiósmosis se acopla a la síntesis de ATP para producir una fosforilación oxidativa en las células<sup>15</sup>.

Durante su carrera científica, Fernández-Morán recibió múltiples reconocimientos y homenajes, tanto en Venezuela, como en el exterior, por sus contribuciones pioneras a la microscopía electrónica; entre ellas ocupó el Sillón XXVI de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela y la designación en su honor del Departamento de Biología Estructural Humberto Fernández-Morán, creado en 1997 por el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), sucesor del IVNIC por él fundado 43 años antes.

### **BIBLIOGRAFÍA:**

- 1.- H. Fernández-Morán. Ark. Fys. 4: 471, 1952.
- 2.- H. Fernández-Morán. Exp. Cell Res. 5:255, 1953.
- 3.- H. Fernández-Morán. J. Biophys. Biochem. Cytol. 4, suppl. 2, 29, 1956.
- 4.- H. Fernández-Morán. en "Macromolecular Complexes" (M. V. edds, ed.) p. 113. Ronald Press, New York, 1961; y H. Fernández-Morán. Ann. N. Y. Aca. Sci. 85: 689, 1960.
- 5.- H. Fernández-Morán. Science 129: 1284, 1959. y H. Fernández-Morán. Ann. New York Acad. Sc. 85: 689, 1960.
- 6.- H. Fernández-Morán. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 56: 801, 1966.
- 7.- H. Fernández-Morán. Proc. 10th. Int. Cong. E.M. Berlin Vol 1, pp751, 1982.
- 8.- H. Fernández-Morán. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 53: 445, 1965.
- 9.- H. Fernández-Morán. Appl. Cryog. Technol. 5: 153, 1973.
- 10.- H. Fernández-Morán. Adv. in Electronics and Electron Phys. sup. 16: 167, 1985.
- 11.- H. Fernández-Morán. Ind. Diamond Rev. 16: 128, 1956.
- 12.- H. Fernández-Morán. J. Appl. Phys. 31: 1840, 1960 y H. Fernández-Morán. Proc. Robert A. Welch Found. Conf. Chem. Res. 23: 315, 1980.
- 13.-H. Fernández-Morán. Rev. Mod. Phys. 31: 319, 1959.
- 14.- H. Fernández-Morán, Oda, T., Blair, P.V. y Green, D.E. J. Cell Biol. 22: 63, 1964.
- 15.- Portada de la revista Molecular Biology of the Cell 10(6), 1999.



**Figura 1:** Humberto Fernández-Morán a los 30 años en ocasión de la inauguración del Instituto Venezolano de Investigaciones Neurológicas y Cerebrales (IVNIC) el 29 de Abril de 1954, precursor del actual Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Fotografía cortesía del Departamento de Fotografía Científica del IVIC. (ver [Página en homenaje al Dr. Humberto Fernández-Morán](http://www.raul-padron.org/les/hfm/): <http://www.raul-padron.org/les/hfm/> )

Raúl Padrón

**Centro de Biología Estructural Humberto Fernández-Morán**

IVIC, Apdo 20632, Caracas 1020A, Venezuela.

raul.padron@gmail.com

www.padronlab.org