

Con motivo de celebrar las importantes contribuciones del Profesor Ignacio Escobar Mejía, a quien todos con cariño llamamos Don Ignacio, durante el año 2019 se han publicado los números 25 y 26 del volumen 13, un pequeño pero merecido homenaje, a quien ha sido para muchos de nosotros, no solo un maestro excepcional, sino una persona con una calidad humana invaluable, acogedora y encantadora, que ha sido para todos sus alumnos un ejemplo a seguir.

En esta oportunidad, motivado por el aprecio y admiración hacia su maestro Don Ignacio, el Dr. Juan Fernando Gómez Molina decidió llevar a cabo una entrevista con aquel. Juan Fernando es Ingeniero electrónico, Doctor con énfasis en Neurobiología de la Universidad de Texas en San Antonio e investigador Principal en el International Group of Neuroscience, un grupo dedicado a la Neuroingeniería con la colaboración amable de sus colegas y Profesores de muchos años, entre ellos Don Ignacio. En esta entrevista Juan Fernando recoge algunos fragmentos de correos que intercambiaron desde el año 2014 sobre sus investigaciones en cocuyos y, además, indaga sobre sus contribuciones e investigaciones con herramientas de ingeniería (microelectrodos, circuitos eléctricos y electromagnetismo, entre otros) sobre el sistema neuromuscular y la biofísica de las membranas, continuando con la tradición desde Andrew Huxley, Alan Lloyd Hodgkin de estudiar en otros animales (además, de los mamíferos como primates, felinos y roedores con una más simple relevancia en medicina) los principios del sistema nervioso. El estudio electrofisiológico o matemático del sistema nervioso en anfibios, insectos e invertebrados, en palabra del Dr. Juan Fernando “es un tema no muy documentado entre nosotros, pero siendo un valioso esfuerzo experimental y matemático iberoamericano -involucrando un legado de importantes investigadores de España (Jose del Castillo), México (José Negrete, Ricardo Miledi) y Colombia (Don Ignacio)- debe ser mencionado, aunque este último, en su modestia habitual, no considere que ello deba ser relevante en esta entrevista. Para los que hemos seguido esta rama de investigación, esta mención histórica nos da raíces y alguna identidad. Más allá de la aplicación clínica, encontrar principios fundamentales en todos los circuitos neuronales naturales, así como en los artificiales -como la neurona artificial que propondría Don Ignacio en 1962- es importante no solo a nivel de ciencia básica sino también en robótica, ingeniería neuromorfa y neuroingenierías”.

A continuación, compartimos con nuestros respetables lectores las preguntas realizadas por el Dr. Gómez y las respuestas de Don Ignacio; además, como primer artículo de este número, incluimos el artículo denominado “Características de las luciérnagas: determinación de la intensidad de emisión luminosa” cuyo autor, es nuestro homenajeado Ignacio Escobar Mejía.

INVESTIGACIÓN, VISIÓN DEL MUNDO Y RESPONSABILIDAD SOCIAL

JFGM: *¿Cuál cree que pueda ser para usted el papel y la responsabilidad del Ingeniero biomédico en nuestro medio?*

IEM: Yo diría que la principal responsabilidad de un Ingeniero Biomédico debe estar concentrada en la Ética Profesional. Ello conlleva a la Ética Médica, la Ética en la parte comercial y la Ética en el desarrollo de productos para la salud humana.

JFGM: *¿Por qué le gustaría ser recordado (algo que fue, que hizo o que aspiró a hacer)?*

IEM: Quisiera que me recordaran por haber sido tal vez un buen profesor y un buen amigo...

JFGM: *En Colombia para el Dr. Rodolfo Llinás no tiene mucho sentido plantear explicaciones sobrenaturales sobre el cerebro [1] pero se muestra algo empático y no dogmático respecto a quienes creen en Dios. Los Ingenieros Antonio Vélez y Alejandro Gaviria [2] dicen que Dios y el alma son invenciones humanas... ¿Es la hipótesis de lo espiritual válida en ciencia?*

IEM: Soy católico y creo que existe un Ser Superior y creador de todo lo que existe; no creo que la evolución sea suficiente para explicar los complicados mecanismos cerebrales, los complejos ciclos químicos del hígado, los complicados mecanismos del sistema contracorriente del riñón o cualesquiera de la economía del ser vivo.

JFGM: *¿Qué opina de la muerte? ¿Y qué opina de los dilemas del final de la vida, la eutanasia y la vejez, Don Ignacio?*

IEM: No tengo ninguna solución para evitar la muerte. Es un proceso natural el cual debemos respetar, así como respetar también el deseo al bien morir.

JFGM: *¿Qué opina de las enfermedades neurodegenerativas como la esclerosis múltiple, el Alzheimer?*

IEM: No soy médico y, por lo tanto, me abstengo de opinar sobre el tema.

JFGM: *Hay gente joven en Colombia y el mundo que quiere hacer ciencia y está dispuesta incluso a hacerla como voluntariado, siempre y cuando sientan que haya garantías de un manejo ético del resultado de sus esfuerzos. También hay noticias recientes de millonarios patrocinadores de la ciencia que están envueltos en escándalos y controversias, por lo que estos jóvenes preferirían evitarlos como mecenas. ¿Qué le diría Don Ignacio, a un joven talentoso en ciencias que quiera aportar a la neurociencia y la ingeniería biomédica, pero que tenga el temor de que su trabajo sea utilizado inapropiadamente con fines comerciales, para la guerra, contra el ambiente, contra la naturaleza humana o por administradores corruptos?*

IEM: Le daría el consejo de no involucrarse en dichos trabajos. La ciencia es solo ciencia y no debe ser mezclada con intereses económicos. Tampoco creo en los derechos de autor; la ciencia debe ser para todos.

LA POLÍTICA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN COLOMBIA Y EL MUNDO

JFGM: *¿Cree en el acceso abierto a los artículos de ingeniería biomédica y científicos? ¿Cree que los puntajes y “rankings” nacionales y mundiales (para los científicos y/o sus publicaciones) están siendo manejados bien por MINCIENCIAS, por las redes sociales, por las fundaciones internacionales de la ciencia y la salud (NIH, NSF, BRAIN Initiative en USA, Fundación Europea con el BLUE Brain Project o el Proyecto Brain/Minds en Japon)?*

IEM: Creo que los artículos que se publiquen en Ingeniería Biomédica deben estar accesibles a todas las personas. En cuanto a los requisitos impuestos por MINCIENCIAS, puedo decirle que hace algunos años intenté pedir un auxilio a esa entidad, pero sus exigencias eran tan complejas, que desistí de hacerlo. En cambio, con el NIH de los Estados Unidos de América, sí pude hacerlo.

JFGM: *¿Tiene algunas recomendaciones para el Consejo de Sabios o para MINCIENCIAS?*

IEM: No sería capaz de hacer una recomendación al Comité de Sabios que nombró el Presidente; sería un despropósito. El actual Ministerio de la Ciencia va a ser otro organismo político del Gobierno.

JFGM: *¿Cree en los cambios que el internet genera para la publicación científica basada en pares académicos?*

IEM: Los pares académicos deben ser obligatoriamente necesarios para la evaluación de los trabajos científicos.

JFGM: *¿Cree en la ciencia ciudadana, en la ciencia independiente y autofinanciada? ¿Cree en el inventor de garaje, en “el científico rebelde” como lo llamo Freeman Dyson [3]?*

IEM: Sí creo en la ciencia independiente. La poca ciencia que he hecho y que actualmente hago, ha sido en forma independiente y sin ninguna financiación externa.

VIDA Y OBRA DE OTROS INVESTIGADORES Y PROFESORES

JFGM: *¿A qué científico o ingeniero admira ahora o admiró de joven, Don Ignacio, como alguien determinante en su carrera en ciencias biomédicas? Si pudiera escoger 3 personajes para hacer un personaje ideal, ¿a quienes escogería y por qué?*

IEM: Admiro a todos los científicos del mundo y no tendría que escoger entre ellos. Desde joven, he admirado mucho a Albert Einstein y en la actualidad a Kip Thorne (*Thorne es un físico teórico estadounidense ganador del Premio Nobel de Física en 2017, conocido por su capacidad de transmitir inspiración y emoción al divulgar la ciencia. Su investigación se ha centrado en astrofísica relativista, con énfasis en ondas gravitatorias y agujeros negros, tema que Don Ignacio -me ha escrito varias veces- ha encontrado muy difícil, pero que está estudiando con gran interés*).

Tengo mis personajes inolvidables, quienes fueron definitivos en mi formación de ingeniero: primero, mi padre, Abraham Escobar Arango, ingeniero Civil y de Minas de la Escuela Nacional de Minas de Medellín. Él me enseñó desde muy pequeño, aquellas cosas que son los fundamentos de la Ingeniería como, por ejemplo, la organización en la vida: las primeras palabras que aprendí de Él fueron: “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”. Yo ni siquiera las sabía decir. Era una persona estrictamente organizada.

Luego está mi tío paterno, el médico de la Universidad de Antioquia, José J. Escobar Arango, José J., como lo llamábamos cariñosamente era un investigador en hematología y en serpentología. En el Banco de Sangre del Hospital Universitario de Medellín, hay una fotografía de él, pues fue su fundador científico. Le aprendí las bases de la investigación científica.

En tercer lugar, citaría al sacerdote Jesuíta Julio de J. Henao S.J. quien fue mi profesor de Química y Física en 5^a y 6^a de Bachillerato en el Colegio de San Ignacio de Loyola, aquí en Medellín. El padre Henao publicó en el año de 1946 sus dos libros de Química General y Química Orgánica y cuando terminé el primero de bachillerato, ya me sabía de memoria el libro de Química General; cuando comencé el quinto de bachillerato, el padre Henao me nombró monitor de electricidad para los alumnos que estaban en sexto año.

En cuarto lugar, situaría a Guillermo Vieco Betancur. Don Guillermo fue mi primer “patrón” en su empresa llamada Elco Limitada dedicada a fabricar equipos de radiocomunicaciones. Con él, aprendí aquellas cosas que no se aprenden en la universidad: hacer una Factura de Ventas, subirse a lo alto de una antena de radiotransmisión, atender en forma cortés un cliente del negocio.

En quinto lugar, está mi Profesor de Neurofisiología, mi Jurado de Tesis, mi compañero de trabajo en el Departamento de Fisiología de la Universidad de Antioquia y mi amigo de siempre: El Dr. Iván Jiménez Ramírez. El Dr. Jiménez me enseñaba los principios de la neurofisiología, mientras yo le enseñaba los principios de la Electrónica. Con el Dr. Jiménez, publiqué varios artículos en revistas nacionales e internacionales; también juntos tuvimos un Laboratorio de Neurofisiología en la Clínica Soma, aquí en Medellín, una fábrica de botes y otra de “tábanos electrónicos” para el ganado.

JFGM: *Cuéntenos más, por favor, de sus impresiones, pensamientos y experiencia personal e investigativa con:*

a. El Dr. José Del Castillo (Español, quien trabajaría en 1950-56 con Prof. Bernard Katz sobre la naturaleza cuántica de la liberación sináptica de neurotransmisor que llevó al Premio Nobel [4, 5, 6]).

IEM: El Dr. Del Castillo podría ser otro personaje inolvidable. Él fue mi director cuando estuve realizando mi trabajo Pos-doctoral en el Laboratorio de Neurobiología de la Universidad de Puerto Rico. Lo recuerdo como una persona dedicada totalmente a la investigación en el sistema nervioso de los animales. El Dr. Del Castillo trabajó en la década del 50 con el premio Nobel, el Dr. Bernard Katz y ellos sentaron las bases de la transmisión sináptica. Yo pude absorber muchas de las enseñanzas que propusieron ellos dos.

b. El neurocientífico e investigador de inteligencia artificial y robótica José Negrete (para el lector, ver [7, 8]).

IEM: El Dr. Negrete, médico rural mexicano, es el matemático más preclaro que he conocido. Con él, trabajé también en los problemas de la transmisión a través del espacio inter-sináptico. Es, como buen mexicano, una persona con una genialidad espectacular. Su señora, Guillermina Yankelevich es matemática y especialista en Bioestadística y nos colaboró en una investigación hecha en músculo sartorio de sapos y según la cual se pretendía correlacionar la amplitud y los tiempos de los potenciales eléctricos miniaturas.

Nota para el lector: Don Ignacio no sabía de la muerte del Dr. Negrete al momento de esta entrevista. Lo que me motivo a hacerla fue, en parte, la muerte de este, su querido colega mexicano. Cuando le conté de la muerte del Dr. Negrete, me escribió (23 Sep. 2019):

IEM: Estoy profundamente consternado por esa noticia. Fui su compañero de trabajo en el laboratorio de Neurobiología y su compañero de aventuras en San Juan. Todos los días a eso de las 10 a.m. nos íbamos con su esposa a un sitio famoso que se llama “La Bombonera” y allí tomábamos un rico desayuno acompañado siempre por sus buenos y ágiles chistes; siempre nos “volábamos del trabajo” sin decirle nada a nuestro jefe, el Dr. Del Castillo (...). Jamás he conocido un matemático más hábil que Negrete. (...) También tuve la noticia del fallecimiento de mi primer discípulo en Ingeniería Biomédica, el Santanderiano German Oliveros Villamizar (...) Estuve invitado junto al Dr. Reynolds, por German hace 2 años en la inauguración del programa de Ingeniería Biomédica de la UNAB. ¡Qué enorme tristeza siento ahora! Ya no tengo ganas de seguir trabajando. Saludes de, Ignacio”. En una semblanza del Dr. José Negrete (1928-18

Feb 2018), *In Memoriam*, la Dra. Gloria Soberon Chávez de la UNAM –frente a su esposa Guillermina Yankelevich (también colega investigadora de Don Ignacio) -habla del “idílico Instituto de Neurobiología de Puerto Rico” ...un lugar paradisíaco cerca a la playa para descubrir los mecanismos de las neuronas, sin duda.

c. El Profesor y su coautor Enrique Gijón Granados [9]

IEM: Con el Dr. Enrique Gijón, recientemente fallecido, también tuve muy buenos nexos de amistad. Con el Dr. Enrique trabajamos en la aplicación de reactivos a la membrana sináptica utilizando micropipetas cuyo diámetro era de media micra y debían operarse con micromanipulador.

d. Los colombianos que dirigieron su tesis en la UPB [10] y lo orientaron por primera vez en la ingeniería biomédica.

IEM: En el año de 1959, estando yo en cuarto año de Ingeniería Eléctrica, leí un libro llamado “Lo que tú debes saber” y en él se mencionaba que el sistema nervioso trabaja por medio de impulsos eléctricos. Ello me llevó a pensar en el desarrollo de una tesis de grado la cual titulé “Los Potenciales Bioeléctricos como origen de las corrientes cerebrales” [10] y, para ello, debería asesorarme de un Ingeniero Electricista y escogí a mi Profesor de Ingeniería Eléctrica, el Ingeniero Augusto Rafanell Miracle; de un médico, el Dr. Iván Jiménez Ramírez y de un Ingeniero Químico, el Ingeniero Augusto Cock Alvear. Ellos amablemente me asesoraron y me ayudaron en la presentación de mi tesis.

e. *El Dr. Rodolfo Llinás [1] y la amistad de este y suya con el Doctor Jorge Reynolds.*

IEM: Al Dr. Llinás, no lo conozco, pero con el Dr. Jorge Reynolds Pombo tuve primero una amistad -por teléfono- durante 20 años. Él fue mi guía y mi asesor para el desarrollo de mi marcapasos. Del Dr. Reynolds puedo decir que no conoce la palabra “envidia”; tengo una anécdota propia que retrata su personalidad: cuando llegó de Inglaterra, luego de coronar sus estudios de Ingeniería Electrónica, pasó por la Librería Bucholtz en Bogotá y compró un diccionario, lo abrió y le arrancó la hoja en donde estaba escrita la palabra “Envidia”. Fueron innumerables los aspectos técnicos que me enseñó. Como ejemplo, cierto día lo llamé para pedirle su ayuda, pues mi marcapasos estaba variando la frecuencia de los pulsos. Jorge me dijo: “Ignacio, vente al aeropuerto y vas al taller en donde arreglan los radios de los aviones; allá te regalarán un condensador eléctrico usado que es mejor que cualquiera que puedas conseguir en el mercado local”. Total remedio: mi marcapasos trabajó perfectamente.

f. Su investigación sobre Calcio [11] y el Dr. Moisés Wasserman, exrector de la Universidad Nacional y también investigador del tema [12]. ¿Se conocen?

IEM: No tengo el placer de conocer al Dr. Wasserman, pero trabajé con el Dr. Wallmor Carlos De Mello en la recuperación eléctrica del músculo cardíaco bajo la influencia del ion Calcio. Dicho trabajo fue realizado en el Laboratorio de Neurobiología de la Universidad de Puerto Rico ([11]).

g. *El Filósofo de Envigado Fernando González*

IEM: Pude conocer al escritor Fernando González Ochoa por allá a comienzos de los 60, pues un primo hermano de mi madre, el padre Jesuita Félix Restrepo Mejía S. J. residenciado en Bogotá, cada que venía a Medellín me pedía que lo llevara en mi “jeep” a “Otraparte” en Envigado para visitarlo. Eran amigos entrañables.

h. *La investigación que están haciendo ahora en imagen médica (resonancia magnética, EEG, PET) con el Alzheimer en Colombia en el Grupo de Neurociencias de la Universidad de Antioquia, el Dr. Francisco Lopera y la Doctora Quiroz [13]. ¿Los conoce personalmente?*

IEM: Tengo la fortuna de haber sido profesor de Fisiología del Dr. Francisco Lopera a comienzos de los años setenta. De él me impresionaba que, aun siendo un estudiante de Ciencias Básicas, ya también asistía a la Cátedra de Psicología. Es una persona muy querida y ávida por el saber.

JFGM: *¿Cuál es el logro en su trayectoria que más aprecio le tiene?*

IEM: Definitivamente mis discípulos. Ellos para mí son, después de mi familia, mi mayor orgullo.

Nota posterior de JFGM: Esto es lo que yo llamo el estilo personalista de Don Ignacio: su aprecio por las personas por encima de la investigación que ellas hacen.

JFGM: *¿Qué temas está trabajando que le gusten y a que piensa dirigir su atención e interés en los próximos años?*

IEM: Hace 23 años estoy trabajando con las luciérnagas y tratando de averiguar su luminosidad. Ya tengo un trabajo listo para su publicación.

En el tiempo que me queda lo dedico a estudiar Física y también a analizar el comportamiento de los cocuyos. Sólo he podido capturar dos ejemplares en el tiempo que llevo trabajando con las luciérnagas.

JFGM: Las señales que usted ha registrado con la luz de las luciérnagas son muy bonitas, Don Ignacio, pero para algunos pueden parecer muy de ciencia básica en Colombia, donde -creerían ellos- todo debe ser aplicado a nuestro medio. La investigación con invertebrados ha dado Premios Nobel como el de Hodgkin-Huxley en 1963 o el de 2017 con Michael Rosbash con el gen Periodo de la mosca de la fruta. El Dr. Rodolfo Llinas descubrió los canales de calcio tipo P con los venenos de la araña de tela en embudo [1]. Los Profesores de la Universidad de Antioquia Carlos Vélez y Marlene Jiménez del Rio buscan la solución del Parkinson en la misma mosca. Entiendo su interés por los insectos (mi tesis de doctorado fue sobre hormigas) pero ¿qué le diría a los que, ignorando que todos los seres vivos estamos profundamente conectados, opinan que estudiar el comportamiento de los invertebrados no va a aportar ninguna aplicación en la medicina?

IEM: Con la investigación con las luciérnagas, lo hice por mi propio deseo de conocer la magnitud de la iluminación que ellas producen, sin ningún ánimo de reconocimiento internacional pues, a la edad que tengo, no me interesa nada de ello.

Sin embargo, conocer acerca de esa iluminación, si tiene profundo interés científico. El método para encontrarla está entre los más sensibles dentro de la química y, su uso, está actualmente reconocido. También en Investigación Aeroespacial se está utilizando para detectar asomos de vida en el espacio exterior.

Nota: Este trabajo requirió enorme habilidad y paciencia, no solo para calibrar el equipo que el mismo Profesor diseñó sino también para predecir la conducta del insecto y tomar el registro en el momento adecuado. En marzo 1 de 2014 Don Ignacio me escribió con su típico buen humor:

IEM: Anoche estuve tomando registros a un insecto, pese a la lluvia que estaba cayendo (si me da gripa es culpa de los cocuyos y, si me muero de neumonía, seré un mártir de los mismos). Obtuve gráficas bastante pequeñas (3 mcd) y, lo más raro, fue que capturé una posible hembra raptando por el piso... cuando, de pronto, ¡salió volando! Ello tumba totalmente la teoría que dice que las hembras solo se desplazan por el piso (mcd: minicandelas, unidades de iluminación. Nota de JFGM).

JFGM: ¿Qué opina de la labor de la mujer en la ciencia? ¿Es suficientemente estimulada y apreciada la labor en Ingeniería y en ciencia biomédicas de la mujer en Colombia, con relación a otros países? Cuéntenos su experiencia con sus estudiantes en cursos, tesis y con la Doctora Ángela Restrepo.

IEM: Los logros obtenidos por la mujer han sido bastantes; aquí en Medellín tenemos ejemplos bien claros de su desempeño. La ingeniera civil Sony Jiménez de Tejada, la Dra. Mariana Arango Tisnés, quien fue mi Odontóloga cuando niño, la abogada Rosa Turizo de Trujillo, a quien mi padre le enseñó estadística en la Universidad de Antioquia, la médica Lucía Márquez de Gómez, quien fue compañera mía en publicaciones médicas, la Dra. Ángela Restrepo Moreno, miembro del Comité de Sabios nombrados por el Presidente Gaviria en el año 1993 y quien ha sido mi amiga y confidente científica durante más de 60 años; son un claro ejemplo de la actividad de la mujer en el campo científico. Hoy vemos en las facultades de ingeniería un gran número de mujeres compitiendo a brazo partido con los hombres.

INGENIERÍA BIOMÉDICA Y NEUROCIENCIAS

JFGM: En su tesis en UPB [10] usted implementó hardware (por primera vez en Colombia) simulando a la neurona. Hay aplicaciones y un gran entusiasmo en ello ahora [14][15][16]. ¿Qué opina de esto usted, Don Ignacio, que estudió tanto la neurona natural como la artificial?

IEM: En mi tesis de grado yo propuse el diseño, la construcción y la prueba de una neurona artificial utilizando dos tubos o válvulas electrónicas tipo 12AU7 las cuales se alimentaban con batería de 45 voltios. Con ella se podían simular las variables que presentaba una neurona animal, pero el tamaño de un cerebro humano construido con tales neuronas sería igual al de la tierra y, la energía eléctrica para alimentarlas sería también infinita.

JFGM: Asistí a las clases del Dr. Jairo Bustamante quien madrugaba a hacer sus detallados dibujos de neuroanatomía en el tablero. Su libro ha sido celebrado en Colombia [17]. ¿Qué recuerda de él?

IEM: El Dr. Jairo Bustamante Betancur viene de una familia de preclaros estudiosos. Lo único que siento enormemente es no haber podido fotografiar los tableros llenos de esos dibujos tan detallados como bien lo dices y de haber grabado sus magníficas exposiciones sobre el sistema nervioso. El Dr. Jairo publica en los Estados Unidos de Norte América un texto de Neurofisiología en inglés, que es una verdadera maravilla. Yo tuve una amistad con él y con frecuencia iba a visitarlo en su apartamento; allí admiraba los bellos óleos que pacientemente pintaba.

JFGM: *Cuéntenos del Profesor Napoleón Hernández Sepúlveda, persona valiosa por su trato gentil y por sus investigaciones [18, 19] con estudiantes sobre el impulso nervioso y las técnicas de fijación de voltaje que usted describió en su tesis.*

IEM: Napoleón Hernández fue un gran científico. Con él, tuve la oportunidad de ayudarlo a la Dra. Margarita Restrepo, Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia, en el desarrollo de su tesis de grado. Ella necesitaba medir la respuesta nerviosa en la cola de las ratas Winstar para estudiar la acción de los anestésicos locales. En ello invertimos dos años.

JFGM: *Adiciono en la referencia, para el lector interesado, el trabajo de electromiografía (EMG) de Don Ignacio con los Doctores Guillermo Vélez R. e Iván Jiménez R. (Servicio de Oftalmología, Departamento de Fisiología Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia) utilizando electrodos coaxiales de aguja hechos con una aguja hipodérmica para insertar directamente en los músculos extraoculares en 60 pacientes “para obtener información del proceso de regeneración de un nervio lesionado” (incluso mucho antes de que existan signos clínicos de recuperación). Se utilizó como método en el diagnóstico, pronóstico y selección correcta de la cirugía en el estrabismo, la parálisis ocular y la miastenia gravis, entre otras patologías [20]. ¿Algún comentario, Don Ignacio?*

IEM: En compañía de los Doctores Jiménez y Vélez tomamos los registros electromiográficos de 60 pacientes utilizando como electrodo una aguja hipodérmica No. 26 la cual llevaba en su interior dos alambres de cobre muy delgados. La señal la amplificábamos con un amplificador Grass modelo P6 y su calibración tardaba una hora lo cual permitía media hora de operación. Esa técnica electromiográfica la utilizamos por primera vez en nuestro medio el Dr. Jiménez y yo en el año de 1963.

JFGM: Muchas gracias, Don Ignacio.

Nota final. Tuve el grato honor que el Profesor Ignacio Escobar Mejía en los 80's fuera asesor de mi tesis en la Universidad Pontificia Bolivariana, donde propusimos neuro-circuitos oscilatorios para comunicación entre los hemisferios cerebrales. Más recientemente, su trabajo sobre calcio y la temperatura en la recuperación del músculo cardiaco [11] nos sirvió en una investigación independiente publicada en esta revista sobre ondas y campos en el cerebro [21], luego de una gentil colaboración de Don Ignacio con dos apreciados colegas biomédicos residentes en Arizona y Nueva York, y que presentaría yo mismo en una ponencia con la Sociedad de Neurociencia en EE. UU [22].

Hay una confesión importante que debo darle al lector. Luego de esta entrevista termina uno con un pequeño sentimiento de frustración y esperanza. ¡Hay tanto universo en Don Ignacio que debió haberse rescatado en él y en esta entrevista! ¡Tantos temas difíciles en neuroprótesis y neuroingeniería que nos preocupan! Pero él, carente de pretensiones e insistiendo siempre en lo personal y lo local, ¡me ha siempre aterrizado a la sensibilidad de lo individual! No me considero un “discípulo” convencional del Profesor Escobar (como el suele decir con afecto de sus estudiantes). Después de todo, él nos ha enseñado a tener autonomía de pensamiento como base necesaria para convertirse en investigador. Pero sí soy su admirador sincero como pionero que supo llegar a las neurociencias desde la ingeniería, aun causando resquemor por esta transgresión interdisciplinaria que era una osadía en Colombia en los 50's y comienzos de los 60's. Hoy muchos hablan de neurociencias en Colombia, incluso de neuroingeniería, pero no con el riesgo que conllevó ser un pionero de la talla de Don Ignacio, quien empezó a estudiar la electricidad de las neuronas incluso antes que el Premio Nobel para Hodgkin y Huxley en 1963 llamara la atención mundial sobre el tema. El Dr. Llinás haría una transgresión similar pero opuesta -desde la medicina a las matemáticas- con su tesis con el matemático Carlo Federici sobre el sistema visual [1].

Luego de varios años de perder el contacto con Don Ignacio, lo he encontrado de nuevo coincidiendo en un tema común: estudiando la conducta de los insectos con imágenes y señales de luz. No era de extrañar. El interés en fotónica de Don Ignacio se evidenciaba incluso en 1972 en un modelo de fototransistor para explicar la correlación entre la amplitud y los tiempos de los potenciales eléctricos miniaturas [7]. Pero Don Ignacio ha ido más allá de mis registros de video y simulaciones computacionales con las neuronas de las hormigas. El Profesor ha diseñado con gran tenacidad sus propios

circuitos electrónicos e instrumentos de precisión; Don Ignacio ha trabajado con fotones de luz a alta resolución temporal, el tema de la fotobiología y la bioluminiscencia, temas que la mayoría podría considerar un poco exóticos y sin mucha relevancia en Colombia. Pero cuidado, ¡no demos un juicio apresurado! Los estudios de fotobiología en invertebrados han ayudado a desarrollar la optogenética para canales iónicos y la electrofisiología del calcio con microscopía de dos fotones. La investigación en inteligencia de insectos ha contribuido a entender y diseñar procesos de sincronización y optimización entre osciladores naturales y artificiales [23]. Basados en neuropéptidos de la mosca de la fruta, *Drosophila melanogaster*, se han desarrollado “puntos cuánticos” para visualizar estructuras y funciones biológicas [24]. Incluso los comportamientos sorprendentes de los electrones en diodos tunel que ha explicado Don Ignacio en sus clases, ocurren en enzimas y en la sinapsis. Fue John Crew Eccles - el mentor de Bernard Katz, a su vez mentor del Dr. Jose del Castillo con quien trabajaría Don Ignacio - quien propondría esta idea [25] (Eccles también fue Premio Nobel en 1963 con Andrew Huxley y Alan Lloyd Hodgkin).

Por todo esto y por su experiencia y legado de reconocidos investigadores, hay que concluir que si Don Ignacio ha trabajado en estos temas por muchos años con ese entusiasmo que lo caracteriza es porque ¡algo sorprendente y algo hermoso saldrá de allí!

REFERENCIAS

- [1]. Correa P. *Rodolfo Llinas: La Pregunta Difícil*. Penguin Random House Grupo Editorial S.A. Primera Edición, Bogotá Colombia. 2017.
- [2]. Velez A. Charly JM, De la Calle H y otros. *Manual de Ateología*. 4ª. Edición. Tierra Firme Editores S.A. Bogotá, Colombia. 2007.
- [3]. Dyson F. The scientist as a rebel. In *Nature's Imagination: The Frontiers of Scientific Vision*. Ed. John Cornwell, Oxford University Press. 1995.
- [4]. Del Castillo J., Katz B. Quantal components of the end-plate potential. *The Journal of Physiology* 124, 560-573. 1954.
- [5]. Del Castillo J. y Katz B. Statistical factors involved in neuromuscular facilitation and depression. *The Journal of Physiology*. 124, 574-585. 1954. <<http://doi.org/10.1113/jphysiol.1954.sp005130> 1954>
- [6]. Augustine GJ, Kasai H. Bernard Katz, quantal transmitter release and the foundations of presynaptic physiology. *The Journal of Physiology* Vol 578(3), 623-625. <http://doi.org/10.1113/jphysiol.2006.123224> 2007.
- [7]. Negrete J, Del Castillo J, Escobar I, Yankelevich G. Correlation between amplitudes and rise times of the miniature endplate potentials in frog muscle. *International Journal of Neuroscience*. 4(1), 1-10. 1972.
- [8]. Negrete-Martinez J. Paradigm behind a discussion on artificial intelligent/smart systems en *Toward Artificial Sapience*, 201-205 RV Mayorga, LI Perlovski (eds) Springer 2008.
- [9]. Del Castillo J., Escobar I., Gijon E. Effects of the electrophoretic application of sulfhydryl reagents to the end-plate receptors. *International Journal of Neuroscience*, 1(3), 199-209. 1970
- [10]. Escobar-M I. “Los Potenciales Bioeléctricos como origen de las corrientes cerebrales” Tesis Departamento de Ingeniería Eléctrica. Universidad Pontificia Bolivariana. Asesores: Augusto Rafanell Miracle; Iván Jiménez Ramírez y Augusto Cock Alvear. 1962.
- [11]. Escobar I., De Mello W.C., Pérez B. 1972. Healing over and muscle contraction in toad Hearts. *Circ. Res.* 31(3), 389-396, 1972.
- [12]. Wasserman M., Vernot J.P., Mendoza P.M. Role of calcium and erythrocyte cytoskeleton phosphorylation in the invasion of *Plasmodium falciparum*. *Parasitology Research*. 76(8), 681-688, 1990.
- [13]. Quiroz Y.T., Schultz A.P., Chen K., Protas H.D. *et. al.* Brain imaging and blood biomarker abnormalities in children with autosomal dominant alzheimer disease: a cross-sectional study. *JAMA Neurol.* 72(8), 912-919, 2015.
- [14]. Tavanaei A., Ghodrati M, Kheradpisheh S.R., Masquelier T., Maida A. Deep learning in spiking neural networks. *Neural Networks*, 111, 47-63, 2019.
- [15]. Furber S.B., Gallupi F., Temple S. Plana L.A. The SpiNNaker Project. *Proceeding of the IEEE*. 102 (5), 652-665, 2014.
- [16]. Kheradpisheh S.R., Ganjtabesh M., Thorpe S.J., Masquelier T. STDP-based spiking deep convolutional neural networks for object recognition. *Neural Networks* 99, 56-67, 2017.
- [17]. Bustamante J. *Neuroanatomía funcional y clínica*. Celsus. 2007.
- [18]. Emetz BG, Vasilievskaja LF, Hernandez N. Curación de osteochondrosis cervical con ayuda del campo magnético constante. *Novosti Neurofisiologii y Neurologii, Revista de la Academia de Ciencias Médicas de Ucrania*, 1985.
- [19]. Gomez-Gonzales A.V., Hernandez-Sepulveda N. Farbiarz J., Molina del Aguila M. Biological effects of artificial magnetic fields on central nervous system of laboratory mouse” *Proceedings of BUDAMED '99 11TH MATE and 2nd MEDING Conference in Medical Engineering. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 3(1), 107-111, 1999.

- [20]. Vélez-R G., Escobar-M I., Jiménez-R I. Electromiografía de los músculos extraoculares. *Antioquia Medica*, 16(2) Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, 1966.
- [21]. Gómez-Molina JF, Restrepo Velázquez AA, Botero Posada LF. Field Generated by Waves, sequential activations and apparent motion: effects and typical patterns. *Rev. ing. biomed.* vol.9 no.17 Medellín Jan./June 2015.
- [22]. Gomez-Molina JF, Ricoy U., Escobar I, Velez J. How can the open probability of ionic channels and the waveform of a burst be maximized by designing an EEG-triggered sequence of TES/TMS? Society for Neuroscience meeting, Washington DC, online sfn.org 2014.
- [23]. Blum C., R Groß R Swarm intelligence in optimization and robotics - Springer handbook of computational intelligence, Springer, 2015.
- [24]. Biju V, Muraleedharan D, Nakayama K, Shinohara Y, Itoh T, Baba Y, and Ishikawa M. Quantum dot-Insect Neuropeptide Conjugates for Fluorescence Imaging, Transfection, and Nucleus Targeting of Living Cells, *Langmuir*, 23, 20, 10254–10261 2007
- [25]. Georgiev DD, Glazebrook JF. Quantum interactive dualism: from Beck and Eccles tunneling model of exocytosis to molecular biology of SNARE zipping. *Biomedical Reviews* 25:15-24 DOI: 10.14748/bmr.v25.1038 December 2014

Biografía de Juan Fernando Gomez-Molina.

Ingeniero Electrónico de UPB con Tesis sobre neurocircuitos oscilatorios para la comunicación entre hemisferios cerebrales (Director: Ignacio Escobar Mejía). Especialista en Sistemas de Información, Universidad EAFIT. Doctor con Concentración en Neurobiología, Universidad de Texas, UTSA. Ha sido Profesor en la Universidad San Buenaventura, Cooperativa y Antonio Nariño en Teoría de Sistemas e Inteligencia Artificial. Como Ingeniero ha trabajado en Telecomunicaciones (EPM-UNE) y ABC Micros Ltda, donde también haría investigación con el Grupo de Neurociencias del Dr. Francisco Lopera en la Universidad de Antioquia, así como en la Fundación Bay Pines (Laboratorio de Neuroimagen, EEG/MRI) y en la Universidad del Sur de la Florida, ambas en Florida, EE. UU. Es director e investigador del Grupo Internacional de Neurociencias (IGN) y miembro, autor y revisor por pares de la Society for Neuroscience y la International Neural Network Society (INNS), respectivamente.