

De la ciencia, los gatos sabios y otras pasiones

Una conversación con Pablo Rudomín

Enrique Soto, Emilio Salceda y Aida Ortega

Instituto de Fisiología
Universidad Autónoma de Puebla



Pablo Rudomín es por su actividad científica y por su actitud política uno de los personajes más interesantes de la ciencia en México. Profesor-investigador del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN durante más de treinta años, vocal ejecutivo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) entre 1974 y 1982, presidente de la Academia de la Investigación Científica en 1984, Premio Nacional de Ciencias en 1979 y Premio Príncipe de Asturias en 1987, miembro del Consejo Consultivo de Ciencia y Tecnología de la Presidencia de la República.

• • •

*D*r. Rudomín, plátenos sobre sus primeros años y cómo llegó a interesarse por la ciencia. Cuéntenos sobre su familia, la escuela, su barrio.

—Realmente es muy difícil definir cuándo empezó mi interés por la ciencia. Naci en un barrio muy pobre, el barrio de Tepito en la ciudad de México. Mi padre inmigró a México en los años veinte, si acaso, estudió la escuela primaria. Aun así siempre mostró respeto por los estudios; una de sus obsesiones era que yo estudiara. Mi madre, casi veinte años más joven que mi padre, tenía una gran pasión por la lectura. Creo que a lo largo de los años esto fue muy importante para mi desarrollo. Pero hay una cosa muy curiosa. En el edificio donde vivíamos había otras tres familias de las cuales salieron investigadores muy distinguidos. Uno de ellos es Marcos Rosenbaum, actualmente director del Instituto de Estudios Nucleares de la UNAM. Los otros son Samuel y Carlos Gitter: uno es profesor en Rochester y el otro

en el Instituto Weizmann, el centro de investigación científica más importante en Israel. Curiosamente, si vemos las probabilidades de que en el barrio de Tepito, de un mismo edificio, surjan cuatro científicos, son bajísimas. ¿Por qué en ese contexto se desarrolló nuestro interés por la investigación científica? Es algo que no me ha quedado claro.

—Los cuatro son de familias de inmigrantes.

—Sí, claro; de hecho mi padre fue socio del padre de Marcos Rosenbaum. Tuvieron negocios juntos. Uno de ellos era precisamente un depósito de fierros viejos en la calle de Matamoros. Creo que ese depósito fue lo primero que exaltó nuestra imaginación porque Marcos y yo nos íbamos a jugar ahí, armábamos cosas; era como un gran mecano. Me acuerdo que imaginábamos construir un submarino. Todo esto antes de la televisión y de esos juegos ya prefabricados. Tanto Marcos como yo fuimos muy inquietos. Hablo de Marcos y de mí porque

poco tiempo después se separaron las familias y el desarrollo de Samuel y Carlos Gitter fue independiente. Recuerdo que siempre planeábamos juegos; por ejemplo, cuando leímos de los topos y teníamos la oportunidad de que nos llevaran al jardín, haciamos agujeros para buscarlos, obviamente no encontrábamos nada. También leímos que el tesoro de Cuauhtémoc se hallaba enterrado por ahí; entonces decidimos ir al jardín de Tlaloc y hacer agujeros para ver si lo encontrábamos.

En la secundaria estuve en el Colegio Hebreo Tarbut. En esta etapa lo interesante fue el curso de química; nos hablaban de la pólvora como ejemplo de una mezcla y nos decían qué tanto tenía de carbón, de azufre y de clorato de potasio. En esa época se podían comprar libremente todos los ingredientes, así que conseguimos como un kilo de cada cosa. Los mezclamos, poco a poquito y nos fuimos por los llanos; esa sí fue una buena explosión.

Luego, cuando llegó la época de ir a la preparatoria me fui a la Universidad, en San Ildefonso, Marcos y yo nos sepáramos. Yo quería estudiar ciencias químicas. Creo que durante la preparatoria se definió un poco más mi vocación. Me interesaba también lo que tuviera que ver con la biología. Eran sentimientos muy ambivalentes. Por esos años, estoy hablando de 1949, más o menos, había un maestro que nos daba clases y también trabajaba en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Él me invitó a ir a Ciencias Biológicas. Habiendo empezado en la

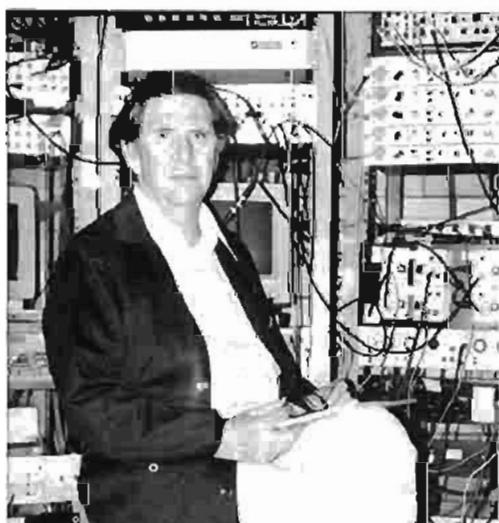
Universidad sentía angustia de ir al Politécnico: ¡Anatema! Sin embargo fui y vi laboratorios de biología y gente mirando al microscopio. Creo que en esa época visité el laboratorio de Álvarez Buylla. Todos esos racks llenos de equipo electrónico me impresionaron mucho, me hicieron recordar al submarino de mis juegos. Me convencí de que allí había algo que me atraía. Mi decisión ya estaba tomada.

—Pero había empezado en Ciencias Químicas.

—Empecé en la Universidad el bachillerato en Ciencias Químicas y después me fui a Ciencias Biológicas. Para los del Politécnico yo era un universitario popis, y para los de la Universidad, era un renegado. Primero empecé como químico bacteriólogo. La clase de física la impartía Juan Oyarzábal quien al mismo tiempo trabajaba en la Facultad de Ciencias. Me emocionó su curso de física de partículas elementales. Estaba yo a punto de irme a la Facultad de Ciencias a hacer física. ¿Por qué no lo hice? Tal vez sólo fueron aspectos circunstanciales.

Pienso que para los jóvenes que están buscando, que no tienen una vocación definida, su primer contacto con un científico es fundamental. Es importante que alguien los atienda, hable con ellos y les explique lo que es la investigación. Los jóvenes son gente muy susceptible y no deben ser tratados como un número o un expediente más, como pasó conmigo en la universidad. Cuando fui por primera vez a Ciencias, nadie me podía explicar nada, era un caos.

Uno de los grandes acontecimientos en Ciencias Biológicas fue encontrar gente que venía de otros países, especialmente inmigrantes españoles. Yo había permanecido ajeno a todas las cuestiones políticas; el encuentro con personas que habían dejado sus países por un ideal, que eran científicos y tenían ideas republicanas, influyó fuertemente en mí. La mayor parte de los maestros que tuve fueron españoles republicanos. Entré a trabajar en el laboratorio del maestro Ramón Álvarez Buylla; la forma en que llegué a su laboratorio fue curiosa: por mi amistad con Mauricio Russek, quien iba un año más adelante. En ese tiempo yo todavía era quí-



mico bacteriólogo, me sentía identificado con las ideas socialistas y pensaba que tenía que hacer algo que fuera de utilidad para el país: se me había ocurrido que si estudiaba biología podía irme al campo, trabajar con la gente. En fin, ideas románticas que tiene uno. ¿no? En esa época conocí a Mauricio Russek y lo iba a buscar al laboratorio. Allí veía al propio Álvarez Buylla haciendo experimentos; registraba la actividad aferente del seno carotideo. Me llamaba la atención



lo que hacía. Parecía como de ciencia ficción. "Algun día yo también manejaré esos aparatos", pensé. Pero él siempre estaba trabajando y no había forma de hablarle. Así pasé el primer año de la carrera; me fue muy bien en calificaciones: tenía fama de buen estudiante. Ello valió para que Álvarez Buylla me invitara a su laboratorio. Recuerdo que la primera vez que hablé con él hizo todo un discurso acerca de la imposibilidad de vivir con los ingresos de un científico. Siempre iba a tener una vida limitada en lo económico, pero sería compensada por todo el placer que se obtiene al hacer investigación. Ese aspecto romántico me impresionó mucho. Luego llegó a mi casa y platicó con mi familia todo lo ocurrido. No lo vieron con mucho agrado. La idea de mi padre era verme como un ingeniero mecánico electricista; que me ganara la vida en algo relacionado con la cuestión de los fierros. Sin embargo insistió y fueron lo suficientemente comprensivos como para dejarme hacer lo que quería.

Con Ramón Álvarez Buylla estuve cuatro años. Trabajé sobre el condicionamiento de los efectos de la adrenalina. Creo que

Álvarez Buylla tuvo unas ideas muy buenas en esa época. Pretendía usar los reflejos condicionados como un medio para detectar cuáles acciones de las distintas hormonas eran reflejas y cuáles eran directas sobre los efectores; por ejemplo, a Mauricio Russek le recomendó estudiar los efectos del cianuro. A mí los de la adrenalina y a Carrasco Zanni los de la insulina. En lo que respecta a la adrenalina, si se inyecta y mide la presión sanguínea, ésta sube y, como consecuencia, origina una bradicardia refleja. En la sangre y orina aumenta la glucosa. En esa época se aceptaba que la aparición de la glucosa en la orina se debía a que la glucosa sanguínea sobrepasaba lo que se llamaba el umbral renal y era excretada. Pero para nuestra sorpresa, al asociar la inyección de adrenalina con el sonido de un timbre de manera repetida y después sonar el timbre únicamente, aumentaba la glucosa en la orina sin que hubiera cambios de su nivel en sangre. Eso



indicaba que se trataba de un reflejo. Había que estudiar dónde estaban los aferentes y los efectores. Hubo que exteriorizar los uréteres: eran operaciones muy complicadas que implicaban un cuidado intensivo de los animales.

Hay muchas anécdotas relacionadas con este periodo. Algunas tienen que ver con la necesidad de buscar perras "virgenes" para hacer esos experimentos. Esto porque las perras que habían parido tenían las glándulas mamarias muy desarrolladas y no había dónde exteriorizar los uréteres. Encontrar los animales adecuados se volvió una obsesión. Flora —mi esposa— todavía se queja, pues en una ocasión cuando iba con ella al cine en-

contré una perra. la agarré con el cinturón y la llevé a mi casa; en fin, toda una serie de anécdotas sobre las perras vírgenes.

En el laboratorio, Carrasco Zanini trabajó con el control de la secreción de insulina; encontró que también al sonar el timbre se obtenía una hipoglucemia condicionada que resultó estar mediada por aferentes vagales y que también dependía de la integridad de la hipófisis; al quitarla desaparecía la hipoglucemia condicionada.

Hay toda una historia que tal vez en otro ambiente habría conducido a don Ramón a un Premio Nobel; fue un descubrimiento fundamental que causó controversia. Cuando Álvarez Buylla ponía la glándula salival en lugar de la hipófisis, en animales previamente hipofisectomizados, se recuperaban las funciones endocrinas normales. Sin embargo, al presentar estos resultados a la Sociedad de Fisiología, hubo gente que lo cuestionó. Carlos Beyer y otros decían: "No, a lo mejor lo que pasa es que usted dejó pedazos de hipófisis y luego creció otra vez". Entonces él se sentía ofendido y decía: "No, no, no, la saqué muy bien".

—*¿Por qué se le ocurrió usar la glándula salival?*

—Su hipótesis era que al sacar la hipófisis y dejar la glándula salival, de alguna manera esa glándula realizaba el papel de la hipófisis, porque la consideraba como una especie de depósito de secreciones que venían del hipotálamo.

Cuando ponía músculo en lugar de glándula salival no se recuperaba la función. Pero si hubiera adoptado la posición opuesta —y no sé por qué no lo hizo en su momento— resulta que la glándula salival es uno de los órganos más ricos en factor de crecimiento. En la misma época andaban Rita Levi Montalcini y Stanley Cohen con esos mismos problemas. De haber aceptado la hipótesis opuesta, es decir, "bueno, a lo mejor estoy poniendo glándula salival y eso promueve el crecimiento de los remanentes hipofisiarios", habría encontrado el factor de crecimiento. Por eso son muy curiosos estos accidentes: por tener una hipótesis uno se va por cierto camino. A pesar de ello siento que sigue siendo una contribución fun-

damental y desde luego el sentido fisiológico de Álvarez Buylla era y sigue siendo bastante profundo. Como lo he dicho en mis escritos, él, en otro contexto, o en otro país, en interacción con bioquímicos, recibiendo información adecuada, podría haber tenido acceso a lo que se estaba haciendo en otros campos. Pero, ¿quién iba a leer lo que pasaba en biología celular cuando se trabajaba en fisiología integrativa? Había falta de información, la gente pensaba que con estar al tanto de su pequeño universo ya era suficiente.

Luego Álvarez Buylla tuvo un accidente; le cayó un árbol sobre la cabeza. En su casa estaban cortando unas ramas, vio que una le iba a caer a su esposa Elena y la empujó. El resultado fue que le cayó a él. Tuvo una fractura en la base del cráneo que lo dejó inconsciente. En esa época quedé a cargo del laboratorio. Después, en Ciencias Biológicas, no me daban un nombramiento y llegué a la fase en que necesitaba mostrar en mi casa que tenía ingresos propios. Si quería yo salir con alguien ¡pues poder invitarlo!... Todavía no existía el CONACYT, no había becas. Solicité un puesto en Ciencias Biológicas. Veía que compañeros míos con mucho menor promedio, con mucho menor capacidad los tenían. Obviamente muchos de ellos eran líderes de los estudiantes y algunos llegaron a puestos muy altos, entonces me quedó muy claro que Ciencias Biológicas no era el camino para mí.

Me acuerdo (aún vivía mi padre) que discutimos este asunto y me decía: "Mira, por mí no hay problema en que estudies ingeniería mecánica". Entonces hicimos un pacto: yo iba a buscar trabajo como fisiólogo durante un año y si en ese año no lo encontraba, dejaría la fisiología y estudiaría ingeniería mecánica.

—*Ya había terminado biología?*

—No, me encontraba a punto de terminar. Aquí pasó una cosa curiosa. Estaba trabajando con los reflejos y pensé que era importante recibirmelos cuantos veces antes; ya había acabado los experimentos y decidí escribir mi tesis de licenciatura; cuando la tuve lista fui a ver a Álvarez Buylla. Se convenció que el material era suficiente y me recibió.

Esa meta que me puso mi padre se cumplió antes y conseguí trabajo con García Ramos; trabajé con él en el Instituto de Neumología; después él se fue a la Universidad y entonces surgió la posibilidad de ir al Instituto de Cardiología con Rosenblueth, o quedarme en la Facultad de Medicina. Desde luego, elegí ir con Rosenblueth; ya había asistido a varios de los cursos que él impartía en el Colegio Nacional. En fin, para mí era lo máximo. Paradójicamente, el día que entré a trabajar ahí, murió mi padre. Yo tenía veintidós años. El negocio de fierros viejos no era lugar para mi madre, entonces se planteó la necesidad de que yo me hiciera cargo del negocio. Hubo bastante presión familiar para que me dedicara al negocio de los fierros, pero tomé una posición muy clara y dije que no.

-*¿Es hijo único?*

-Tengo dos hermanas. Era el único hombre en la familia y el mayor. Una de mis

bargo, realmente, a nivel familiar, fui considerado como loco o irresponsable. Me casé y he tenido mucho apoyo. Ustedes saben bien que la vida del científico es muy demandante, sobre todo en estas áreas, pero afortunadamente tuve siempre comprensión. Hubo muchos momentos en que las cosas no iban como quería y el apoyo que recibí de mi esposa fue fundamental. Después, en Cardiología, fue más sencillo; ya formaba parte de una institución. Me pusieron a trabajar con Ernesto Deutsch en algunos problemas de conducción cardiaca, efectos de la asfixia y anoxia sobre la conducción aurículo-ventricular.

-*¿Cómo llegó a interesarse por el sistema nervioso y la médula espinal?*

-Es un camino largo. Inicialmente me interesaba el sistema vegetativo. Fue la época en que empezaban a aparecer los microelectrodos, a fines de la década de los cincuenta. Nadie en México registraba con mi-



hermanas ya estaba casada y vivía en Israel. La otra tenía quince años. Además estaban mi madre, mis dos abuelos maternos, ya viejos, y un tío. Era toda la familia.

Cuando me otorgaron el Premio Nacional de Ciencias en 1979 e invité a mi madre a que viniera de Israel a la premiación, con emotividad me dijo: "Qué bueno que no me hiciste caso". A lo largo del tiempo se dio cuenta de que ésa fue mi vocación. Sin em-

croelectrodos. Rosenblueth había regresado de Estados Unidos en 1945 y le pasó lo mismo que a Lloyd: tuvo una gran resistencia a aceptar la información que venía de los microelectrodos. Además eran experimentos complicados. Yo quería hacer eso; pensé que era conveniente irme con una beca y la solicité a la fundación Rockefeller.

De hecho tenía familia en Nueva York y poco antes de casarme había visitado esos



Flora Goldberg en su estudio.

lugares y entre ellos el entonces Instituto Rockefeller, en donde conoci a Vernon Brooks quien me atendió muy bien. Me enseñó su laboratorio e hizo lo que muchos en México no hicieron: tener paciencia con un muchacho estudiante que llegaba. Eso fue seductor, así que decidí ir a trabajar con él. Hubo problemas, porque a Flora no le dieron la visa y no pudo entrar a Estados Unidos; yo me fui con la idea de que esos problemas se resolverían rápidamente, pero duraron todo un año. Decidí no seguir en Estados Unidos y nos fuimos a Italia, siguiendo los consejos de Raúl Hernández Peón. Así que nos fuimos a Siena y estuvimos un año. Desde el punto de vista artístico y de la experiencia de vida fue maravilloso estar en Italia, con toda su riqueza cultural e histórica. Una cosa que no les dije es por qué me fui con Brooks; la verdad, a mí me interesaba el sistema nervioso. Que el apéndice del sistema nervioso fuera el corazón o los músculos me tenía absolutamente sin cuidado. Entonces no había en México una institución de neurología. Rosenblueth era neurofisiólogo y también era fisiólogo cardíaco. Si uno ve toda su producción era un poco de esto, un poco de lo otro. En esa época se podían hacer contribuciones muy importantes en campos diferentes. Ahora cualquier tema requiere una fuerte especialización.

-Pero, ¿cómo decidió que no quería hacer fisiología cardiovascular y sí neurofisiología?

-Fue circunstancial. Me llamaba la atención

el sistema nervioso por todas sus potencialidades, porque es en él donde se generan nuestros pensamientos, nuestras imágenes, nuestros sueños. No fue una decisión repentina. Creo que me interesó desde que estuve con Álvarez Buylla. De hecho, cuando trabajé en Cardiología, estudié los reflejos vagales y circulatorios.

Cuando estuve en el Rockefeller conocí a Granit, quien sería Premio Nobel en 1967, y él me convenció para que fuera a Estocolmo a trabajar en su laboratorio. Esto fue en 1960, pero no fui porque encontré a unos amigos suecos en esa época y me dijeron: "Estás loco, ¿cómo vas a ir?, hace un frío espantoso". Hernández Peón estaba ahí, y fue entonces cuando me sugirió que fuera a trabajar a Siena, con Zanchetti. Además a Flora, mi mujer, como artista le interesaba especialmente vivir en Italia. Pero siempre me quedó el gusanito de Suecia y creo que eso explica por qué después, en 1976, fui de sabático a Suecia. Siempre fue un país que me llamó mucho la atención.

Regresando a México, ya en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV), seguí trabajando en el sistema vegetativo. Esto fue en 1962, justo cuando Eccles demostró la existencia de la inhibición presináptica. Encontré que la estimulación de aferentes vagales inhibía en forma prolongada los reflejos laringeos y pensé que era inhibición presináptica. En el verano de 1960 había trabajado en Woods Hole con Kuffler en la sinapsis periférica del langostino en una preparación que me permitía hacer registros crónicos. Encontré fenómenos muy curiosos; parecía que al iniciar el movimiento predominaban fenómenos inhibitorios en el músculo y luego se desencadenaba la excitación. De eso aún tengo material que nunca publiqué y que considero interesante.

Kuno vino a México, trabajamos un año juntos tratando de repetir el experimento de Loewi, sólo que en la médula espinal. Queríamos mostrar que el trasmisor que se liberaba por la activación antidirórica de las raíces ventrales era la acetilcolina. Estimulábamos las raíces ventrales y colectábamos el líquido de perfusión; se publicó en *Journal of Physiology*. Con Kuno aprendí la pre-

paración para el estudio de la médula espinal.

—*¿Estos fueron experimentos en gatos?*

—Sí. Cuando se fue Kuno, terminé mis experimentos sobre la inhibición presináptica de los reflejos laríngeos, estamos hablando ya de 1964–65 y me dediqué a la médula espinal; de ahí vienen los trabajos con Dutton que se publicaron en 1967 o 1968.

—*Pero antes de eso usted trabajó con los reflejos laríngeos.*

—Sí, sí, justamente ahí. Con esos reflejos laríngeos encontré esa depresión prolongada que pensaba era debida a inhibición presináptica y estaba asociada a despolarización de aferentes primarios. Lo interesante fue la reacción de Rosenblueth cuando propuse que podía haber inhibición presináptica: no le gustaba la idea, sobre todo porque Eccles la proponía.

—*De su trabajo en la médula espinal, realizado esencialmente en gatos, ¿puede usted inferir aspectos generales del funcionamiento del sistema nervioso?. ¿Cuáles son estos aspectos? Por decirlo de otra manera, Dr. Rudomin, ¿qué le han enseñado los gatos?*

—Esta pregunta me recuerda el aforismo de Arturo Rosenblueth: “El gato siempre tiene la razón”. Es decir, existe una realidad fisiológica externa que está allí, independientemente de los modelos que nosotros hagamos para explicarla, y ésta debe ser el patrón de referencia para cotejar nuestras ideas e interpretaciones, si queremos realmente aproximarnos al entendimiento de las diversas funciones del sistema nervioso (o de otros sistemas).

Mis preguntas científicas han variado a lo largo de los años. Durante mi época con Álvarez Buylla fueron los reflejos condicionados y los quimiorreceptores. Después, con García Ramos fue la circulación pulmonar. Al ingresar en 1957 al departamento que dirigía Rosenblueth en el Instituto de Cardiología, me interesé por el control reflejo de algunas funciones cardíacas y circulatorias. Después fui a los Estados Unidos a trabajar en corteza cerebral con Vernon Brooks, en el entonces Instituto Rockefeller. Posteriormente estuve en Siena, Italia, con Zanchetti. Allí surgió cierto interés por el

hipotálamo. Regresé a México, en 1961, al recién fundado CINVESTAV, y traté de continuar con mis antiguos intereses por el control de los reflejos circulatorios, los cuales me condujeron, desde 1964 a la fecha, a estudiar el control central de la información trasmisita por fibras sensoriales.

La existencia de inhibición presináptica fue demostrada en 1957 por Frank y Fuortes en la médula espinal. Pero no fue sino hasta 1962 cuando Eccles y colaboradores analizaron este mecanismo con detalle. Estos investigadores encontraron que la eficacia sináptica de aferentes cutáneos y musculares estaba sujeta a un control presináptico. A mí me interesaba saber si los aferentes viscerales, como los quimiorreceptores y los barorreceptores vagales, que llevan información vital para la sobrevivencia del organismo, también estaban sujetos a un control presináptico. La respuesta fue negativa. Éste fue un hallazgo inesperado, que tiene sentido desde un punto de vista homeostático. En la actualidad sabemos que la inhibición presináptica está mediada por interneuronas GABAérgicas que hacen contactos axo-axónicos con las terminales de las fibras sensoriales. La activación de estas neuronas altera la información que es trasmisita por las fibras sensoriales. Si bien esto parece ser impor-



Flora Goldberg, *Exodo*, grafito sobre papel.

tante para el control del movimiento y la discriminación sensorial, me imagino que sería fatal para el ajuste de la presión arterial y de la cantidad de oxígeno en la sangre, ya que se eliminaría la información respecto a la variable por controlar.

Con el objeto de entender más a fondo la forma de operar de la inhibición presináptica, en 1964 Dutton y yo estudiamos las fluctuaciones de los reflejos espinales monosinápticos durante distintos tipos de inhibición. Encontramos que la inhibición presináptica reducía estas fluctuaciones y, en un estudio posterior, Madrid y yo demostramos que la inhibición presináptica también alteraba las relaciones funcionales entre motoneuronas individuales, cambiando así la información por ellas transmitida. Desde entonces hasta la fecha, nos hemos dedicado, con bastante ahínco, a analizar la organización funcional del sistema de control presináptico. Entre nuestros hallazgos más importantes está la evidencia que sugiere que la información que proviene de los husos musculares y de los receptores tendinosos es modulada por interneuronas GABAérgicas diferentes, lo que permite un control independiente de la información sobre longitud y

tensión muscular. También está la demostración reciente acerca de la selectividad del control cortical sobre la eficacia sináptica en pares de colaterales intraespinales de la misma fibra aferente. Otro de nuestros hallazgos ha sido la demostración de que la eficacia sináptica de fibras reticulo-espinales, rubro-espinales y cortico-espinales no está sujeta a este control presináptico. Ello nos permite suponer que los comandos descendentes que actúan sobre las motoneuronas e interneuronas tienen una jerarquía más elevada que las señales que provienen de los aferentes cutáneos y musculares, en el sentido que, una vez iniciados, éstos no pueden ser modificados.

Vista retrospectivamente, nuestra contribución más importante ha sido ubicar los sistemas de control presináptico de los receptores musculares en el campo de batalla, proporcionando argumentos convincentes sobre la alta especificidad y la relevancia fisiológica de estos mecanismos. Queda, desde luego, mucho por hacer. Es necesario entender cómo funciona este sistema durante la realización de distintos actos motores y durante los procesos de discriminación sensorial.



-De sus trabajos ¿cuál diría que es su aportación individual más relevante?

—Todavía no la hago.... Bueno, de la primera fase creo que es el trabajo con Rafael Rubio; la demostración de la existencia de quimiorreceptores en el pulmón. Creo que inclusive en mi tesis de licenciatura hay varios aspectos que Álvarez Buylla ha retomado; por ejemplo, el control neural de la reabsorción tubular de la glucosa. Esto fue publicado en *Acta Fisiológica Latinoamericana* [en español] —imagínese— y no creo que haya tenido repercusión; pero sigue siendo un problema de actualidad. Lo que Álvarez Buylla está haciendo ahora es estimular el nervio vago en una preparación aguda y observar la reabsorción de glucosa. Acaba de sacar un trabajo sobre eso y se confirma este control nervioso. Es algo importante que no ha sido apreciado en toda su magnitud. Posteriormente, como ya mencioné, el entender la inhibición presináptica ha ocupado toda mi atención.

Desde luego, quedan otros aspectos de mi actividad científica relacionados con el desarrollo de la ciencia, ya que también siento que es una contribución importante en nuestro medio, si bien no es ciencia propiamente.

—¿Se refiere al desarrollo de CONACYT, del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), de su participación en la política científica?

—Bueno, todo eso como parte de, llámemosle, la contribución social al desarrollo de la ciencia, la cual me ha dado una visión y posibilidades de influir en algunas cosas que considero positivas y espero que sigan siendo positivas, aunque estoy consciente, como lo hemos discutido, de las numerosas dificultades y limitaciones del quehacer científico nacional.

—¿Quiénes son sus descendientes académicos, los investigadores que usted ha formado?

—Hay muchos; desgraciadamente algunos se han ido, otros han dejado la ciencia, esto sin hablar de los presentes en este momento, en los que obviamente tengo depositadas todas mis esperanzas. Hubo una persona realmente excepcional, Marcos Solodkin, quien desgraciadamente murió; Silvio

Glusmann, que también tenía una gran imaginación —la sigue teniendo—, capacidad y buenas ideas, pero se fue a Estados Unidos y ahora se dedica a la anestesiología. Hay otra gente con la que he interaccionado, pero es difícil saber cuál fue mi influencia directa en ella.

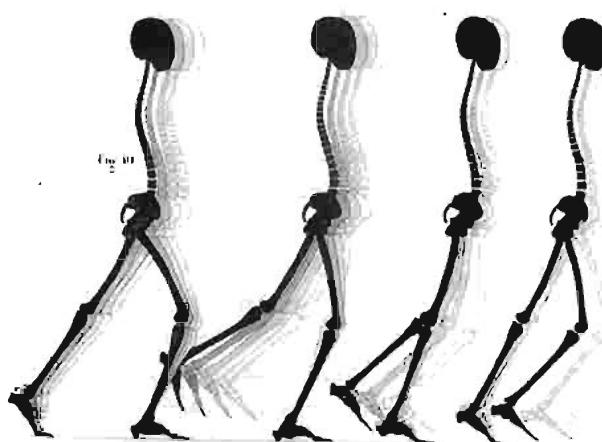
—Marcos y Silvio, ¿dos?

—Con Dutton tuve una colaboración muy intensa. Ramón Núñez que era muy capaz, no sé por dónde anda; se fue a Estados Unidos; creo que dejó la investigación. Está Ismael Jiménez, aunque no quiero considerar ahora la generación actual; José Galindo, con muchas capacidades, pero que se fue a un ambiente que no lo estimuló mucho: no sé dónde esté en este momento. Ha habido mucha gente que pasó por el laboratorio, pero la posibilidad de formar a un científico que se ubique, que despegue, es muy difícil, muy complicado. Siempre he insistido sobre esto en los sistemas de evaluación. No se trata de una máquina de hacer estudiantes, como una fábrica de zapatos, números nada más. Existe una gran dificultad para reclutar estudiantes, tienen que estar convencidos de que la actividad científica es una buena opción. Ha habido épocas en que parecía ser así; ahora no tanto.

En fisiología tenemos una baja capacidad de captación de estudiantes por el tipo de cosas que hacemos nosotros. No podemos tener, como los químicos o bioquímicos, toda una batería de estudiantes. Además, hay que tener en cuenta las posibilidades que les ofrece el sistema. Hay muchos que se van a Estados Unidos, otros no quieren irse del país y se dedican a otras cosas. De los que salieron con maestría, que han sido bastantes, diez o quince, pocos siguieron en la investigación. Me parece que realmente la maestría es una buena licenciatura, tomémoslo así, porque gran parte del esfuerzo que se hace es llenar los huecos que dejó la licenciatura: entonces, cuando empiezan a hacer investigación, es en el doctorado.

—¿Cuáles son en su opinión los aspectos más promisorios en la investigación en neurociencias?

—Ésta es una pregunta interesante. En 1952 se hizo el primer registro intracelular



de motoneuronas. Ello promovió lo que en cierta forma podríamos considerar una visión reduccionista del sistema nervioso, que ha llegado a su expresión máxima con la posibilidad de analizar cambios de conductancia en canales individuales. Esto, junto con la biología molecular, ha permitido vislumbrar la complejidad extraordinaria de la membrana neuronal y la forma en que ésta responde a cambios de voltaje y a neurotransmisores. También nos ha permitido entender los mecanismos de acción de muchas drogas que afectan la función del sistema nervioso. Es razonable suponer que esta tendencia persistirá y que en los próximos años seremos testigos —y espero partícipes— de contribuciones espectaculares en relación a enfermedades degenerativas del sistema nervioso y en la acción de drogas psicotrópicas. Creo que también habrá contribuciones importantes en el área de la regeneración neuronal y recuperación de funciones subsecuentes a lesiones en el sistema nervioso.

Sin embargo, debo señalar que la moda reduccionista está generando a su vez un sentido de insatisfacción en relación a la explicación de la función motora, de la discriminación sensorial, y de otras funciones integrativas del sistema nervioso; en los próximos años también habrá un florecimiento de estas áreas. En ello jugará un papel importante el desarrollo de sistemas computacionales que permitan la simulación de redes neuronales de alta complejidad, así como el perfeccionamiento de técnicas no invasivas como la tomografía por emisión de positrones y la electromagnetografía, que permitirán

rán el análisis de las interrelaciones funcionales de grupos neuronales discretos, durante la ejecución de movimientos, discriminación sensorial y procesos mentales.

—*Y sus gustos en el arte, la literatura, la pintura, la música? ¿Qué hace cuando no está en el laboratorio?*

—Inicialmente pintaba; me gustaba mucho la pintura y de hecho, antes de casarnos, Flora y yo salíamos al campo a pintar. Inclusive tenía un estudio de pintura cuando era soltero, en la azotea de mi casa; no era del todo malo. Pero eso es ya una leyenda que le contaba a mis hijos. Un día tuve que tomar la decisión: qué era más fácil, ser buen científico o buen artista. Decidí que era más fácil ser buen científico y con ese mito me las arreglé por muchos años, hasta que una vez empezaron a escombrar papeles y pinturas en la casa; mis hijos encontraron uno de los cuadros que había pintado y llegaron riéndose a carcajadas, diciendo: “Ya sabemos, la decisión fue muy fácil”.

—*Esperamos que nos dé una copia o fotografía para ilustrar esta entrevista, para que la gente juzgue. Bueno, eso hacia antes, pero ahora, ¿qué hace en sus ratos libres?*

—Después de mucho tiempo me dediqué a escribir poesía, que no la he mostrado ni la voy a mostrar. Escribo, además, sobre distintos temas; no todo lo publico. Tengo bastantes cosas inéditas acerca de la ciencia, las personas y situaciones. Escribo porque siento necesidad de escribir.

—*Ése sería su pasatiempo predilecto?*

—No tengo un pasatiempo. Mi pasatiempo es la ciencia misma. Cuando estoy en la casa leo, escribo. Si en algún momento ya no pudiera seguir haciendo ciencia no sé qué haría, probablemente escribiría, o me dedicaría a fastidiarle la existencia a alguien. Sería mi otro pasatiempo.

—*Me decía que fue padrino de bodas del doctor Rodolfo Llinás?*

—Sí, sí. Rodolfo y yo iniciamos una buena relación cuando yo estaba en Woods Hole;

eso fue en el año 1960 cuando él estaba como estudiante en el Massachusetts General Hospital; todavía no empezaba con Terzuolo. Teníamos muchas discusiones filosóficas, nos caímos bien y desarrollamos una buena amistad. Ya en esa época había algunos puntos de diferencia; él insistía en quedarse en Estados Unidos, estaba convencido de que no se podía hacer ciencia en Latinoamérica. Inclusive leí en la entrevista que ustedes le hicieron (*Elementos*, 1994, vol. 21, pp. 3–15), que él piensa que puede ayudar mejor a la ciencia latinoamericana desde Estados Unidos. Difiero radicalmente de esa posición, porque siento que el construir ciencia no es solamente conseguir dinero para que otros hagan ciencia, creo que es vivir y sentir el país en todas sus dimensiones, con todos sus problemas, con todas sus frustraciones, interaccionar con estudiantes, con gente y tratar de cambiar toda una conciencia, una manera de pensar. En México existen canales de acceso, formas de influir y al menos yo, estoy convencido –no sé si es *wishful thinking*– de que pude influir positivamente para la creación del SNI. Eso no habría sucedido si hubiera vivido en Estados Unidos, porque no habría tenido sobre mí esa angustia de un sueldo limitado que no alcanzaba para mi familia. Pienso que se pertenece a un país o no se pertenece. Y no

es nada más uno: son los hijos, dónde se educan los hijos, qué quieren ser los hijos. Para mí, siendo primera generación de inmigrantes, la necesidad de identidad es muy fuerte. Creo que eso le sucede a todos los hijos de inmigrantes que quieren ser aceptados por el país y tener un sitio permanente; esta idea de andar brincando de un lado a otro no es una cosa muy atractiva, uno quiere echar raíces.

Ahora, respecto a la boda, Rodolfo se había ido a Australia. Un día yo estaba en casa de unos amigos. Me acuerdo muy bien, era el 22 o 23 de diciembre. De repente aparece Rodolfo; había llegado a México y para mí fue una sorpresa. Su novia llegaba al día siguiente de Australia y querían casarse en México, porque en Colombia era requisito que la boda fuese religiosa. Al día siguiente llegó Jill y, con la promesa del “regalo de Navidad adecuado”, accedieron a casarlos en el Registro Civil. Después resultó que nada de ese matrimonio era válido, porque para casarse dos extranjeros en México necesitan autorización de sus embajadas y, además, autorización de la Secretaría de Gobernación.

—¿Piensu que algunos problemas en neurociencias son recomendables o más interesantes para ser abordados por investigadores en el mundo subdesarrollado?



Catedral de Siena.

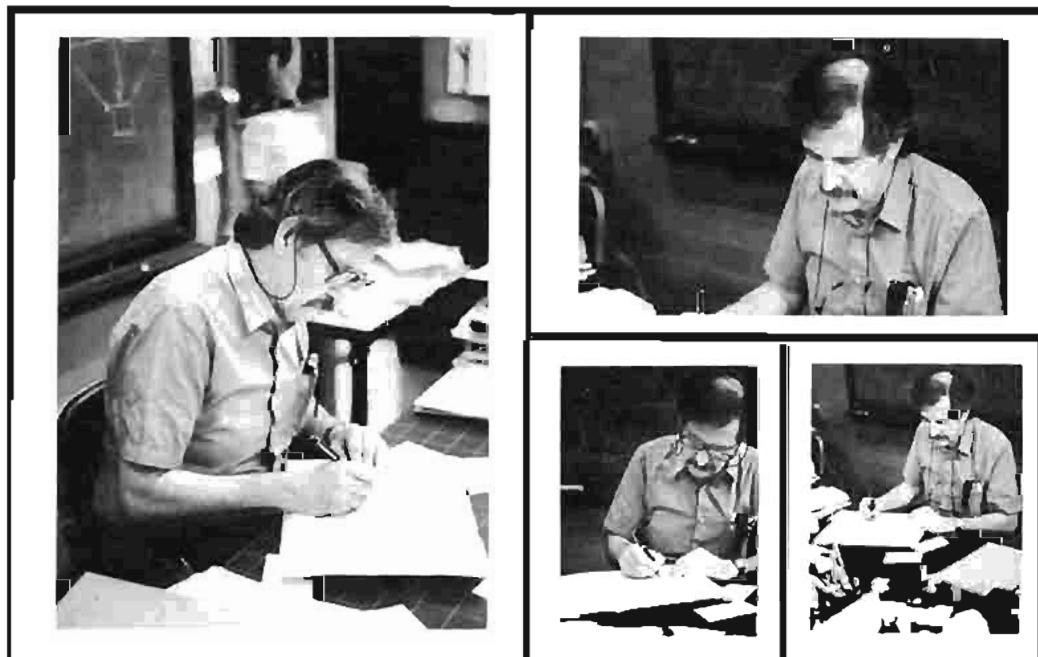
—Quisiera responder a esta pregunta señalando, en primer lugar, que el subdesarrollo es un proceso global. No es que la ciencia de investigadores individuales sea subdesarrollada. En México tenemos investigadores muy buenos, que compiten satisfactoriamente con investigadores del mundo desarrollado. Lo que pasa es que son muy pocos. El problema principal es que carecen de una infraestructura adecuada, lo que hace que ellos mismos tengan que dedicarse a una multitud de menesteres para poder llevar a cabo su investigación. Esto es particularmente nocivo para aquellos que se dedican a las ciencias experimentales, porque, además, tienen que afrontar numerosos problemas asociados con la importación de equipo y la disponibilidad adecuada de reactivos y reacciones.

A ello, y ésta es a mi juicio la principal limitación, hay que agregar que el número de investigadores expertos en un cierto campo es bastante reducido, lo que impide integrar programas más ambiciosos que se abocuen a la solución de un problema específico. Ciertamente son pocos los países en el mundo que se pueden dar ese lujo, pero aquí la situación se hace mucho más difícil por la dificultad de poder interaccionar, en forma cotidiana, con los colegas nacionales. Los contactos más fructíferos son, en cierta forma, con colegas de países desarrollados, con

todo lo que ello significa desde el punto de vista de la integración de una ciencia nacional.

La ciencia que hacemos debe contemplar estas limitaciones. En este sentido pienso que, si bien en principio no hay áreas de la investigación en neurociencias que no deban estar representadas en nuestro país, es necesario concentrar esfuerzos, por un lado en aquellas áreas o problemas en los que ya hay una tradición. Ello permitiría consolidar los grupos existentes, tanto en la ciudad de México como en los estados de la República. Sin embargo hay que estar muy conscientes de que la investigación en las neurociencias está evolucionando rápidamente y que se hace cada vez más multidisciplinaria, por lo que es importante generar las posibilidades para que esta interacción multidisciplinaria ocurra realmente, más allá de nuestras buenas intenciones. Esto puede hacerse de muchas maneras y no es mi propósito discutirlas en este momento. Lo que sí debe quedar claro es que para ello es necesario adecuar muchos de nuestros conceptos acerca de cómo hacemos ciencia y cómo la financiamos.

Considerando lo limitado de los recursos que se asignan en la actualidad a la investigación científica, me parece que sería poco afortunado generar proyectos que requieran de equipo extremadamente costoso, como



podría serlo la tomografía por emisión de positrones, aunque no descartaría este tipo de inversiones, ya que de otra forma nos estaríamos quedando cada vez más y más rezagados. Pienso que aun con el equipo convencional se puede hacer mucho, y en ese sentido diría que lo importante es encontrar aquellas áreas de investigación que no son extremadamente competitivas, en las que todavía es posible realizar contribuciones significativas. Lo que sí creo que debe quedar claro es que, el tener recursos limitados para hacer investigación no implica, de manera alguna, que ésta sea de baja calidad. Pienso que es mejor tener poca ciencia de excelencia a mucha ciencia mediocre.

Otro aspecto de la investigación científica es la preparación de personal altamente calificado. Si partimos de la hipótesis de que al menos parte de estos profesionistas tendrán otras actividades aparte de la propia investigación básica, entonces se vuelve importante brindar a los estudiantes la posibilidad de tener una preparación más sólida, lo que a su vez implica cubrir muchas más áreas de las que se cultivan actualmente en los laboratorios de investigación, por lo que no es posible desentenderse de una política racional y sistemática para preparar investigadores en áreas emergentes o poco desarrolladas.

Finalmente, tenemos el problema de centro *versus* provincia. Se habla mucho de la descentralización y ciertamente hay intentos en esa dirección. Si es difícil hacer investigación en las instituciones capitalinas, hacerla en provincia es bastante más complicado por factores conocidos por todos ustedes. Allí ha faltado decisión y apoyo sistemático, aunque existen ejemplos de que si se pueden hacer las cosas.

—Una última pregunta, Dr. Rudomín. ¿Cuál es la situación de la ciencia mexicana en el contexto internacional? ¿Qué perspectivas le ve usted a corto o mediano plazo? No digo a largo porque eso es muy difícil, con los vaivenes políticos, pero si en un periodo corto, unos diez años. Esto retomando lo que usted ha dicho hace algunos días acerca del repunte de la ciencia española. ¿Hay alguna perspectiva para Méxi-

co o algún país de Latinoamérica de repuntar, o tenemos que pasar a través del proceso de hacernos países democráticos y luego transformarnos en lo económico para que podamos desarrollar una comunidad científica de dimensión y productividad significativas?

—Si yo no tuviera un cierto grado de optimismo, de compromiso, de idealismo, no estaría aquí. Siento que el derecho de hacer ciencia, la necesidad de hacer ciencia, es consecuencia de la estructura de nuestro propio sistema nervioso. Tenemos una máquina o un órgano, para no decir máquina, cuya función es pensar y cuestionar; eso es parte de nuestra manera de ser. El problema es la ciencia institucionalizada. Si hablamos de eso, entonces tenemos que decir que obviamente ha habido bajas y altas. Siento que todavía no existe la convicción política en los altos niveles de considerar a la ciencia como una prioridad nacional, y eso lo he dicho y lo sigo diciendo en todos mis artículos y escritos. ¿Qué significa eso? Sencillamente que la ciencia es tan esencial para la sociedad como puede serlo el desarrollo económico, la educación, etcétera. Eso no quiere decir que nuestros gobernantes no se percaten de ello. Creo que ellos, al menos los que conozco, son gente muy inteligente, pero es cuestión de prioridades sociales. Cuando cambia el horizonte y uno ve dentro del contexto nacional, obviamente existen problemas urgentes. En una ocasión, en el Consejo Consultivo le hablamos al Presidente sobre la necesidad de aumentar el dinero para el apoyo a la ciencia. Él nos dijo: “Bueno, miren, aquí tengo esta bolsa. Pónganle quince mil millones. Tengo el problema de los maestros de primaria (nos dio cifras), ¿qué opinan ustedes, los científicos?” Qué podemos opinar como mexicanos, como ciudadanos que entendemos las cuestiones en su momento, cuando sabemos que los maestros de primaria están recibiendo unos sueldos miserables. Opiné que había que apoyarlos. Esto quiere decir que mientras más se asciende a niveles de responsabilidad y se participa en ellos, se adquiere conciencia de que las decisiones no son tan sencillas y que no sólo conciernen a la ciencia.