

Luis Felipe Rodríguez Jorge

EL POLVO INFINITO

DISCURSO DE INGRESO

Manuel Peimbert Sierra
RESPUESTA



EL COLEGIO NACIONAL
México, 2000

PALABRAS DE SALUTACIÓN

Francisco Bolívar Zapata

Coordinadora editorial: Rosa Campos de la Rosa
Primera edición: 2000

D. R. © 2000. EL COLEGIO NACIONAL
Luis González Obregón núm. 23, Centro Histórico
C. P. 06020, México, D. F.
Teléfonos 57 02 24 48 • 57 02 18 63 Fax 57 02 17 79

ISBN: 970-640-141-5

Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

Correo electrónico: colnal@mail.internet.com.mx
Página: <http://www.colegionacional.org.mx>

Dr. JUAN RAMÓN DE LA FUENTE
*Rector de la Universidad Nacional
Autónoma de México*
ING. DIÓDORO GUERRA RAMÍREZ
*Director General del
Instituto Politécnico Nacional*

SEÑORES MIEMBROS DE EL COLEGIO NACIONAL
DISTINGUIDOS INVITADOS
SEÑORAS Y SEÑORES:

Para El Colegio Nacional, es esta una ceremonia muy especial ya que hoy se incorpora y se da la bienvenida como miembro de esta Institución encargada de difundir y preservar la cultura mexicana, al doctor Luis Felipe Rodríguez Jorge.

El doctor Rodríguez es miembro distinguidísimo de la comunidad científica mexicana que ha labo-

rado desde siempre en nuestra Universidad Nacional Autónoma de México, institución magnífica en la cual ha crecido y se ha formado, como muchos de nosotros, y a la que hoy Luis Felipe retribuye con creces su apoyo, convertido en académico de gran liderazgo nacional e internacional en el campo de la astrofísica, en el Instituto de Astronomía, en su sede de Morelia.

He tenido la oportunidad de convivir y de aprender de Luis Felipe desde hace ya cerca de 20 años, en varios espacios académicos que hemos compartido, en particular en la Academia Mexicana de Ciencias y en el Consejo Técnico de la Investigación Científica de la UNAM, donde conocí sus grandes dotes y liderazgo académico y administrativo, fungiendo como director del Instituto de Astronomía. Su visión, su misión y compromiso impulsó siempre la excelencia académica y la superación del Instituto de Astronomía y del Subsistema de la Investigación Científica y de toda la UNAM, en todos sus contextos.

Ya en el área de sus contribuciones como profesor investigador en el campo de la astrofísica, y aunque Manuel Peimbert dará una explicación mucho más completa y detallada de su trabajo, yo conozco de Luis Felipe contribuciones fundamentales en tres áreas de la astronomía moderna.

- La primera tiene que ver con estudios reportados en su tesis doctoral, que señalan con gran con-

tendencia, la presencia de un hoyo negro muy masivo en el centro de nuestra galaxia.

- La segunda aportación son estudios realizados en el área de la condensación de nubes moleculares, procesos responsables de la formación de estrellas y planetas y en particular el descubrimiento de flujos moleculares de altas velocidades asociados a estos procesos de condensación.
- La tercera contribución y más reciente, tiene que ver con el descubrimiento, por primera vez en nuestra Vía Láctea, de fuentes superlumínicas, bautizadas con el nombre de microcuasares.

Por todas éstas y otras muchas aportaciones y por un trabajo de excelencia en el proceso de formación de nuevos astrónomos, podemos decir sin duda que Luis Felipe Rodríguez es de facto el primer radioastrónomo mexicano, que ya ha creado una escuela mexicana reconocida a nivel internacional.

El Colegio Nacional se enriquece con el ingreso de Luis Felipe, hoy el más joven de sus miembros. Estoy seguro que su presencia —por su fuerza, compromiso y liderazgo académico— abrirá espacios más amplios para la difusión, reconocimiento y consolidación de la ciencia mexicana como parte esencialísima de la cultura nacional.

Doctor Luis Felipe Rodríguez Jorge, bienvenido a El Colegio Nacional. Tiene usted la palabra.

EL POLVO INFINITO
(Discurso de ingreso)

Luis Felipe Rodríguez Jorge

Hoy me siento profundamente honrado y muy feliz de ingresar al Colegio Nacional.

Espero continuar, con esfuerzo redoblado, la labor de extender la cultura, en mi caso la cultura astronómica, hacia el público.

En los umbrales del siglo *xxi*, cuando más que nunca el conocimiento es poder y las aspiraciones de una nación pueden realizarse sólo si ella participa plenamente en la creación y utilización del conocimiento, encuentro especialmente atinado el lema del Colegio: "Libertad por el Saber".

Quién sabe por qué, pero desde niño me sentí atraído a la ciencia, al comercio, o a la jurisprudencia.

Desde fines de los años cincuentas, mis padres me habían permitido transformar uno de los cuartos de la antigua casa donde vivíamos en el centro de Mérida en un supuesto laboratorio. Ahí mezcla-

ha sustancias químicas que adquiría en una proveedora de sustancias farmacéuticas, con un espíritu que creo estaba más cerca de la alquimia que de la química. Posteriormente ese "laboratorio" se extendería a incluir la electrónica, y recuerdo unos años en los que desarmaba y armaba frénticamente todos los aparatos que caían en mis manos. Construí con mis propias manos un transmisor y receptor de radio con el que intenté hacer contactos en las llamadas ondas cortas, hasta que los radioaficionados serios que había en Mérida me suplicaron que saliera del aire, porque el transmisor estaba bastante mal construido e interfería con todos ellos.

En mis estudios en Mérida, donde cursé hasta la Preparatoria, tuve maestros que iban de lo excelente a lo pésimo, como creo que nos ha pasado a todos. No voy a hablar de los pésimos, pero siempre he recordado a uno excelente, el Ing. Jorge Joubert Villa, que impartía los cursos de geometría euclidiana de manera extraordinaria; la manera en la que montaba y culminaba la demostración de los teoremas estaba más que en el ámbito de la ciencia, en el de las bellas artes.

Quizá fue aquel interés temprano en la química el que me llevó, luego de terminar la preparatoria en el Centro Universitario Montejo, a inscribirme en 1966 en la recién inaugurada carrera de ingeniería química en la Universidad Autónoma de Yucatán.

Pero al poco tiempo me sentí insatisfecho a pesar del esfuerzo que hacían los maestros. La carrera estaba enfocada a la aplicación profesional de conocimientos ya establecidos, algo muy encomiable, pero yo no veía por ninguna parte algo que se pareciera a la investigación, a la creación de nuevos conocimientos, que era lo que me llamaba la atención.

Animado por un amigo, Ricardo Alayola Rosas, quien se había trasladado de Mérida al Distrito Federal para hacer la licenciatura en física en la Facultad de Ciencias de la UNAM, decidí hacer lo mismo. Recuerdo a Ricardo mostrándome los libros de física del ISSI, un programa nuevo para la enseñanza de la física que se habían implantado en los Estados Unidos y que se habían traducido y adoptado también en la UNAM. La verdad es que me trasladé al D. F. con renuencia porque soy provinciano, más a gusto en una ciudad mediana que en el monstruo en que se iba transformando el D. F. Viviría en el D. F. por casi treinta años y cuando la UNAM decidió establecer un nuevo polo académico en Morelia, rápidamente escapé con mi familia a esta ciudad en 1995.

Pero en 1967, el Distrito Federal no era aún la megalópolis increíble en la que está transformada y pronto me adapté y la estaba pasando muy bien en la UNAM. Con sus maestros de tiempo completo, sus laboratorios de física, sus instalaciones de

cómputo muy avanzadas, y con la fuerte presencia de los institutos y centros de investigación, la UNAM satisfacía ampliamente mis aspiraciones de futuro investigador.

Descubrí que la UNAM ofrecía, como lo sigue haciendo, la posibilidad de recibir una educación del Primer Mundo a precios del Tercer Mundo. Claro, esto no ocurría de manera automática, sino que hacía falta que el estudiante hiciera el esfuerzo de buscar a las mejores personas para absorber de ellos el conocimiento. Pero con voluntad y un poco de suerte, uno podía aprender la manera de hacer docencia con don Juan de Oyarzábal, cómo hacer divulgación con Luis Estrada, y cómo investigar con Marcos Moshinsky, por mencionar sólo algunos de los maestros ilustres del área de la física. Así, uno podía al final de sus estudios realizar las tres labores sustantivas de una Universidad: docencia, investigación y extensión de la cultura, al más alto nivel de excelencia equiparable al de cualquier sitio en el mundo.

Siendo pasante de la licenciatura de física me puse a buscar a alguien que me dirigiera la tesis de licenciatura. Recuerdo que el doctor Manuel Peimbert me propuso (durante unos breves momentos que pasé en su oficina, pero que luego uno se da cuenta de que fueron un punto de bifurcación en la vida), que hiciera la tesis en el Instituto de Astronomía de la UNAM y que para esto conversara con

investigadores del mismo. Comencé y concluí la tesis con la doctora Silvia Torres de Peimbert en el tema de nebulosas planetarias, uno de los temas de más tradición y arraigo en la astronomía mexicana. Silvia comenzaba en esa época su distinguida trayectoria académica que la llevaba a realizar contribuciones fundamentales al estudio de la composición química del universo, labor que sería reconocida con el Premio UNAM, entre otras distinciones que ha recibido. En la actualidad Silvia es directora del Instituto de Astronomía de la UNAM.

Al concluir la tesis, y como en esa época no había en México la posibilidad de realizar estudios de doctorado en astronomía (ahora ya la hay), a sugerencia de los Peimbert solicité ingresar y en 1973 fui aceptado en la Universidad de Harvard, en el noreste estadounidense. El Conacyt me otorgó una beca para estudios de doctorado.

Al comenzar mis estudios en Harvard tuve otra experiencia que terminó de perfilar mi área de especialización. En México teníamos ya en aquellos tiempos una tradición sólida e ilustre en la astronomía óptica, aquella que se realiza estudiando la luz visible. Al comenzar mis estudios en Harvard lo que más fuertemente me impresionó fue que la astronomía se estaba abriendo vertiginosamente al estudio del universo en las otras ventanas del espectro electromagnético. Los astros se estudiaban ya no sólo mediante la luz, sino tam-

bién con las otras radiaciones que ellos emiten, como las ondas de radio o los rayos X.

Durante mis estudios de doctorado decidí que era necesario llevar urgentemente este mensaje a México y que la mejor manera de hacerlo era especializándome en una de estas nuevas astronomías. ¿Cuál escoger? De las distintas astronomías, se hacen desde la superficie terrestre la astronomía óptica y el cercano infrarrojo, ya bien establecidas para entonces en México, y la radioastronomía. Las otras astronomías se hacen desde el espacio, utilizando verdaderos observatorios en órbita, debido a que la atmósfera terrestre es opaca a estas radiaciones. Puesto que se me hacía más difícil involucrarme en las astronomías que se realizan desde el espacio, la decisión se simplificaba: sería radioastrónomo. Quizá a esta decisión contribuyó mi afición juvenil por la electrónica, toda vez que la radioastronomía y la electrónica están profundamente vinculadas. Aprendí mucho de mis maestros en Harvard, pero recuerdo principalmente a Eric Chaisson y a James Moran, radioastrónomos que me introdujeron a la investigación usando esa técnica.

Ya como radioastrónomo, me he deleitado estudiando diversos fenómenos celestes. De todos me gustaría hablar, pero como esto no es posible y necesito concluir esta larga introducción autobiográfica, quiero centrarme en el tema al que le he dedi-

cado más tiempo: cómo se forman y cómo son las nuevas estrellas.

El campo de la formación estelar, iniciado en México en la década de los cincuenta por Guillermo Haro es uno de los temas de más tradición en nuestro país. En la actualidad es el tema principal de investigación de más de una docena de astronomos teóricos y observacionales radicados en México.

Como se han de imaginar, mediante el estudio de la formación estelar tratamos de entender en dónde y en qué condiciones se da la formación de las estrellas, de qué fenómenos va acompañada esta formación, qué tan distinta es una de estas estrellas jóvenes respecto a nuestro Sol (que es una estrella "madura"), y si la formación de las estrellas que ahora podemos observar se parece a la manera como se formó nuestro propio Sol y su sistema de planetas. Al estudiar cómo se forman otras estrellas en el espacio, también estamos tratando de entender nuestros más remotos orígenes.

Hace unos veinticinco años, cuando como estudiante del doctorado de astronomía comencé a interesarme en la formación de las nuevas estrellas, se sabía relativamente poco del proceso. Desde el punto de vista teórico, había la concepción de que las grandes nubes de gas y polvo que existen entre las estrellas se contraían lenta, majestuosamente hasta condensarse en una estrella. Desde el punto

de vista observacional, se sabía que estas nubes son opacas a la luz visible y puesto que la formación de las estrellas ocurre en el interior de la nube, el proceso quedaba oculto para las técnicas de la astronomía visible.

Afortunadamente, y como ya he aludido anteriormente, las últimas décadas presenciaron un crecimiento notable en las astronomías que captan ondas infrarrojas y de radio y esto ha mejorado grandemente la situación observacional. Si bien el polvo que existe en las nubes de las cuales se forman las estrellas es muy opaco a la luz, resulta bastante transparente a las ondas infrarrojas y de radio. Por dar una analogía, la situación de los astrónomos resultó similar a la de un médico que quiere estudiar la gestación del ser humano en el seno materno y que repentinamente cuenta con técnicas como los rayos X, la tomografía, y el ultrasonido que le permiten ver qué está ocurriendo en el interior de la madre.

Uno de los misterios sin explicar en este campo en la década de los setentas eran los llamados objetos Herbig-Haro (HH), descubiertos independientemente alrededor de 1950 por George Herbig en los EUA y por Haro en México. Se sabía muy poco de estas misteriosas nebulosidades brillantes. Se había apuntado que la espectroscopia de su luz daba resultados muy similares a los que se obtenían en objetos astrofísicos donde se producían

choques a velocidades de cientos de kilómetros por segundo (como por ejemplo, las remanentes de aniquilación de supernovas). Por otro lado, algo que desconcertaba a los astrónomos era que no se habían encontrado estrellas en asociación directa con los objetos HH. Un objeto que brilla está perdiendo energía, y en el caso de los objetos HH, se esperaba que ellos se apagarán en unos años. Pero pasaban las décadas y continuaban brillando. ¿Qué era lo que les estaba proporcionando la necesaria nueva energía?

En 1980 el propio Herbig y sus colaboradores hicieron un descubrimiento que fue el parteaguas que nos permitió comenzar a entender qué estaba pasando. Estudiando a través de varias décadas a los objetos prototipo, HH 1 y 2, Herbig encontró que éstos no permanecían más o menos estacionarios en su posición, como es el caso para la mayoría de los cuerpos celestes, sino que se alejaban velozmente el uno del otro, como huyendo de un punto entre ellos. Unos años después el descubrimiento de la fuente excitadora de estos objetos prototipo, justo en medio de ellos, realizada en las ondas de radio por el grupo de la UNAM, estableció una nueva interpretación en la que los objetos HH recibían su energía de una estrella remota. Esta interpretación se ha consolidado con el paso de los años. No en vano, tanto Haro como Herbig no habían podido encontrar a la estrella excitadora de

los objetos III dentro de ellos. Simplemente no estaba ahí.

Mucho se ha aprendido en las dos décadas que han transcurrido desde cuando los astrónomos buscábamos la elusiva fuente de energía de los objetos HH. Como he notado, quizá el descubrimiento más sorprendente fue el encontrar que las estrellas jóvenes tienen fenómenos de poderosa eyección de gas al medio circundante, que entre otras cosas dan lugar a los objetos III. Por supuesto, seguimos esperando que los movimientos de contracción caractericen a la formación estelar, así que permitárame tratar de aclarar esta aparente contradicción. Después de todo, la Naturaleza está tratando de transformar algo grande (la nube) en algo pequeño (la estrella). Sin embargo, estos movimientos de contracción han sido muy difíciles de encontrar y estudiar de una manera clara, indiscutible.

En contraste, las estrellas jóvenes muestran eyección espectacular de gas, la cual ocurre con geometría colimada y bipolar. Esto es, encontramos que de las vecindades de la estrella sale gas a velocidades de cientos de kilómetros por segundo en la forma de dos chorros antiparalelos. Estos chorros viajan por el medio interestelar y producen choques; los ya mencionados objetos Herbig-Haro. En su trayecto por el medio interestelar, estos chorros también acarrean y aceleran gas molecular

que ahí se encuentra, produciendo los llamados flujos bipolares.

Este gas expulsado puede detectarse y estudiarse de diversas maneras, de acuerdo a la escala espacial que se quiera estudiar: muy cerca de la estrella se observa el continuo de radio (los chorros térmicos), a distancias intermedias se detectan emisiones de líneas moleculares en el radio e infrarrojo (los flujos bipolares), y ya lejos de la estrella utilizamos observaciones en el visible (los objetos HH). El descubrimiento de estas eyecciones resolvió el enigma de la fuente de energía de los objetos III: la recibían de estas relativamente remotas estrellas jóvenes. En algunos objetos se ha podido seguir en el tiempo el movimiento de nuevas eyecciones producidas por la estrella en formación. Como son resultado de un choque, también los objetos III se mueven en el cielo y esto explica el descubrimiento hecho por Herbig en 1980.

Pero, insisto, algo suena incorrecto con lo que estoy diciendo. Se supone que las estrellas jóvenes deben de estar ganando masa, no perdiéndola.

Estudios adicionales, la mayoría de ellos realizados en la última década, dan la solución a esta aparentemente paradoja. De nuevo, utilizando una diversidad de técnicas observacionales, estamos encontrando que la mayoría (si no es que todas) de las estrellas jóvenes tienen estos procesos de eyección colimada de gas pero también están rodeadas de discos de gas y polvo que rotan alrededor de ellas.

Es relevante recordar que la astronomía mexicana había hecho ya aportaciones claves a este problema. En la década de los años sesentas Arkadio Poveda había predicho teóricamente que si estas estructuras existían alrededor de la estrella, absorberían la luz proveniente de la estrella y la emitirían transformada en ondas infrarrojas. Al poco tiempo Eugenio Mendoza detectó estos exesos infrarrojos que ahora sabemos sin lugar a dudas provienen de los discos protoplanetarios alrededor de estas jóvenes estrellas.

En particular, con el paso del tiempo ha sido posible producir imágenes a partir de las ondas infrarrojas y de radio en las que se ven estos discos. A primera aproximación, los tamaños y las masas de los discos son consistentes con los valores que se cree tenía el disco protoplanetario del cual se formaron la Tierra y demás planetas de nuestro sistema solar, hace 4 500 millones de años, por lo que creemos que alrededor de estas estrellas se dará o se está dando la formación de planetas.

¿Suena familiar? Si, la vieja idea de Laplace de que los planetas se formaron de un disco de gas en rotación alrededor del Sol está siendo substanciada por las más modernas observaciones astronómicas. Las estrellas jóvenes se forman de la contracción gravitacional de un fragmento de nube molecular. Estas nubes son grandes estructuras que existen en el espacio, algunas de ellas con masas millones de

veces la del Sol, o sea que muchas estrellas se pueden condensar de ellas. Por conservación de momento angular, el fragmento no podrá colapsarse con simetría esférica, sino que formará un núcleo (la protoestrella, que evolucionará hasta transformarse en un nuevo sol), rodeado de un disco en rotación (el disco protoplanetario) del cual se espera que se formen los planetas. El proceso de la transformación del disco en planetas tarda del orden de un millón de años, un abrir y cerrar de ojos astronómicamente hablando, pero demasiado largo para que podamos ver durante nuestra vida la formación de estos nuevos planetas.

En resumen, la nueva estrella está ganando masa puesto que el gas de la nube molecular sigue cayendo al sistema, primero al disco protoplanetario y de ahí desplazándose en apretadas espirales hacia la estrella. La estrella entonces acrecienta con este gas (por lo que a los discos se les llama a veces discos de acreción).

Es sólo una pequeña fracción del gas que va hacia la estrella el que es expulsado para producir los espectaculares, pero no muy masivos, fenómenos de eyección. Como la Naturaleza está tratando de formar (y no de destruir) una estrella, ahora sabemos que los procesos de pérdida de masa sólo involucran como una décima de la masa que es ganada. Pero estos procesos de pérdida ocurren de manera espectacular y relativamente fácil de estu-

diar y han capturado nuestra atención en las últimas décadas. Posiblemente en el futuro habrá un cambio de enfoque hacia el estudio del gas que va hacia la estrella. Esto no quiere decir que ya entendamos plenamente cómo se producen las eyecciones de gas.

Por ejemplo, ¿qué es lo que acelera y eyecta a este gas? El mecanismo detallado no se conoce aún, pero se cree que aprovecha la enorme energía presente en la rotación del disco, utilizando a las líneas de campo magnético ancladas en el disco como si fueran una honda. Parte del gas en el disco podría quedar enganchada en estas líneas de campo magnético y salir disparada del sistema. De hecho, muchos astrónomos creen que hay una relación que podría llamarse simbiótica (no pueden vivir el uno sin el otro) entre los discos y los chorros. El disco alimenta con energía a los chorros y éstos en retribución se llevan momento angular que de quedar en el disco impediría que el gas continuara cayendo hacia la estrella.

El estudio de los discos protoplanetarios pasa ahora mismo por un momento fascinante. Su presencia ha sido observada o al menos inferida para muchas estrellas jóvenes. Aun en un sistema doble de estrellas (a diferencia del Sol que es una estrella solitaria, la mayoría de las estrellas se forman en sistemas dobles o, como les llamamos los astrónomos, sistemas binarios) se ha encontrado que cada

estrella está rodeada de su propio disco. Este descubrimiento lo realizamos hace tan sólo un par de años un grupo de astrónomos observacionales y teóricos de la INAM. Existía la duda de si en estos comunes sistemas binarios las interacciones gravitacionales entre las estrellas inhibirían la formación de discos, pero este nuevo resultado indica que la formación de discos es un proceso robusto, que se da en una variedad de condiciones, aun en las que podrían parecer no propicias.

Se cree que estos discos se transformarán en planetas. Como dije anteriormente, el proceso es muy lento y sólo nuestros descendientes muy remotos lo sabrán sin duda. Hay astrónomos rebólicos que han propuesto que en algunos discos muy densos y compactos el proceso de transformación en planetas podría ocurrir mediante mecanismos "rápidos", tomando sólo unos miles de años.

En otras estrellas, más evolucionadas que los bebés en los que nos especializamos los astrónomos mexicanos, pero no tan cascadas como el Sol, se encuentra evidencia de que tuvieron en el pasado un disco protoplanetario. En ellas se encuentran los llamados anillos residuales, las partes externas de lo que supuestamente fue un disco protoplanetario. Presumiblemente, la parte central ya no se detecta ahora porque se condensó en planetas que son muy difíciles de detectar directamente.

Pero también se cree que hay planetas ya formados alrededor de otros soles; en una veintena de

estrellas ya de edad madura como nuestro Sol (donde no se espera que los discos protoplanetarios o siquiera los anillos residuales aún persistan, sino que ya se hayan transformado en planetas u otros cuerpos sólidos) se ha inferido la presencia de planetas grandes, tipo Júpiter, mediante el estudio de movimientos periódicos que tiene la estrella, muy pequeños pero detectables, que son producidos por el jalón gravitacional del planeta. Inclusive se ha reportado el caso de una estrella, 55 Cancri, que muestra los sutiles movimientos que podrían estar siendo producidos por un planeta y que al mismo tiempo muestra en imágenes directas un anillo residual, el remanente de lo que presuntamente fue un disco protoplanetario completo. Esta estrella estaría entonces en una etapa intermedia de evolución, habiendo formado ya al menos un planeta, pero aún con residuos del disco protoplanetario.

La presencia de planetas tipo Júpiter (llamados Júpiteres calientes por su gran cercanía a su estrella), acaba de recibir un espaldarazo posiblemente definitivo. Hace tan sólo unos meses, un grupo internacional de astrónomos ha reportado el "tránsito" del planeta frente a la estrella, o sea el paso del planeta frente a la estrella. Este descubrimiento se ha hecho por la pequeña disminución de la luz que recibimos de la estrella, del orden del uno por ciento, cuando el planeta está entre nosotros y la

estrella y oculta un pedacito de la superficie estelar.

Con todas estas evidencias de discos protoplanetarios, de anillos residuales, e inclusive de planetas, el universo, de repente, nos parece ser un sitio mucho más hospitalario para la vida de lo que creíamos hace unos años.

Son, entonces, momentos de gran intensidad para el campo de la formación de estrellas y planetas. Me da gusto decir que los astrónomos mexicanos han jugado un papel importante en varios de los hallazgos que les he presentado. Ya he mencionado a varios de ellos y ahora quisiera agradecer la colaboración de mis colegas, destacadamente la del doctor Jorge Cantó, quien ha sido el líder teórico de muchos de los estudios que hemos realizado.

No todo en la vida es ciencia y astronomía y a mi familia, parientes y amigos les extiendo un reconocimiento y un cariñoso abrazo por la confianza y el apoyo que siempre me han brindado. Mi esposa e hijos han sido muy comprensivos, siendo mi fuente de motivación y tolerando muchos fines de semana perdidos.

Estoy muy agradecido al Colegio Nacional por recibirme en sus filas.

Muchas gracias a todos.

CONTESTACIÓN AL DISCURSO DE INGRESO
DEL DOCTOR LUIS FELIPE RODRÍGUEZ JORGE

Manuel Peimbert Sierra

DOCTOR FRANCISCO BOLÍVAR ZAPATA,
Presidente en Turno de El Colegio Nacional,
DOCTOR JUAN RAMÓN DE LA FUENTE,
Rector de la UNAM,
INGENIERO DIONISIO GUERRA,
Director del IPN,
MIEMBROS DE EL COLEGIO NACIONAL,
SEÑORAS, SEÑORES:

Me produce una doble satisfacción contestar el discurso de ingreso a El Colegio Nacional del doctor Luis Felipe Rodríguez Jorge, primero porque se trata de un científico extraordinario y segundo porque su ingreso pone de manifiesto una vez más la alta calidad de la astronomía que se realiza en nuestro país. El doctor Rodríguez es el cuanto astrónomo que ingresa a El Colegio Nacional, lo anteceden el doctor Guillermo Haro, el doctor Arcadio Poveda y yo.

Conocí a Luis Rodríguez en 1969, como alumno del curso de astronomía general que yo impartía en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Su trabajo final fue sobre la astronomía de los mayas, trabajo que posteriormente se publicó en la revista *Naturaleza* y donde ya vemos el interés que desde entonces tenía Luis Felipe en la divulgación de la ciencia.

Después de obtener su licenciatura en física, y antes de irse a doctorar a Harvard, Luis Felipe colaboró en dos artículos de investigación que han sido ampliamente citados, en donde demuestra que ya tenía la motivación y la capacidad necesarias para realizar investigación.

Acabamos de escuchar la brillante presentación que ha hecho el doctor Luis Felipe Rodríguez sobre los resultados que él y su grupo han obtenido en el campo de la formación estelar. Esta obra, realizada en los últimos 20 años, se considera referencia obligada a nivel mundial y no es exagerado afirmar que el conocimiento de los procesos que caracterizan la formación estelar debe mucho a las aportaciones del grupo mexicano, del cual el doctor Luis Felipe Rodríguez es líder. Debido al desarrollo anterior no abundaré sobre los resultados obtenidos por Luis Felipe en el campo de la formación de las estrellas. Mencionaré que además de sus estudios sobre la formación estelar Luis Felipe Rodríguez ha hecho aportaciones importantes en

otros campos de la astronomía. Enumeraré a continuación, muy someramente, algunas de ellas.

Entre sus investigaciones en el campo de las nebulosas planetarias, un área de gran tradición en México, destacan la primera detección de hidrógeno neutro en una de ellas y la aplicación de técnicas novedosas para la determinación de sus distancias.

Igualmente, junto con el doctor Félix Mirabel, ha hecho aportaciones al estudio de fuentes muy energéticas en la Vía Láctea; por ejemplo establecieron el concepto de los microcuasares (en 1992) y descubrieron la primera fuente superlumínica en nuestra galaxia (en 1994).

Los cuasares son los núcleos activos de galaxias muy distantes. Obtienen su energía a partir de la materia que es atrapada por hoyos negros que se encuentran en el centro de los núcleos de estas galaxias. Al caer la materia hacia el hoyo negro pierden energía gravitacional y parte de ella es transformada en radiación. La masa de los hoyos negros de los cuasares es de millones de masas solares.

Algunos cuasares presentan chorros en expansión con velocidades aparentemente mayores que las de la luz; a estos cuasares se les llama fuentes superlumínicas. Cuando fueron descubiertas las fuentes superlumínicas provocaron preocupación porque parecía que violaban el postulado de que la mayor velocidad alcanzable, según la teoría de

la relatividad, es la velocidad de la luz, pero posteriormente se han interpretado como ilusiones debidas a aberración relativista de la luz.

Los microcuasares son objetos en nuestra propia galaxia que poseen, en pequeña escala, características similares a las de los remotos cuasares. Se trata de sistemas binarios formados por un hoyo negro y una estrella. El hoyo negro tiene unas cuantas masas solares y es el remanente de la evolución de una estrella. La cercanía de los microcuasares y su emisión tanto en rayos X como en ondas de radio, hacen que se puedan estudiar con más detalle que los cuasares.

El estudio de los microcuasares ha proporcionado información nueva sobre los procesos físicos en la cercanía de un hoyo negro, así como sobre la naturaleza de los chorros relativistas (esto es, chorros con velocidades cercanas a la de la luz) en el cosmos.

Los resultados astronómicos de Luis Felipe Rodríguez han aparecido de manera prominente no sólo en las mejores revistas internacionales de investigación sino también en diversas ocasiones en la prensa y los medios especializados de divulgación nacionales e internacionales, y sus trabajos han merecido en dos ocasiones la portada de la revista *Nature*.

Luis Felipe Rodríguez ha publicado más de 200 artículos científicos y ha impartido alrededor de

180 conferencias sobre su trabajo de investigación. Sus artículos científicos han recibido más de 4000 referencias en la literatura especializada. Ha dirigido 16 tesis a distintos niveles y ha colaborado con más de 100 investigadores de todo el mundo, entre ellos 34 miembros del Instituto de Astronomía de la UNAM. La mayoría de estos colaboradores son investigadores jóvenes en los que el doctor Rodríguez ha influido positivamente con su dedicación, amplio conocimiento y rigor.

Su pasión por la difusión de la ciencia lo ha llevado a impartir un sinnúmero de conferencias y a producir varios libros y más de 70 artículos de divulgación científica. Su libro *Un universo en expansión*, con el que se inició la exitosa serie "La ciencia desde México", ahora "Ciencia para todos", del Fondo de Cultura Económica, ha rebasado 80000 ejemplares en su tiraje total.

Luis Felipe Rodríguez cuenta también con una destacada labor administrativa dentro del ámbito académico. Fue director del Instituto de Astronomía de la UNAM de 1980 a 1986, convirtiéndose en el director más joven en toda su historia. Durante su dirección se inició la labor de consolidación del entonces nuevo Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir, se propició el uso del cómputo de alta capacidad como herramienta esencial de la investigación astronómica y se impulsó la formulación del primer programa de pos-

grado de astronomía en México, el cual tiene sede actualmente en el mismo instituto. Ha formado parte de innumerables comités, así como de los cuerpos editoriales de diversas revistas nacionales e internacionales.

En la actualidad es responsable de la Unidad Morelia del Instituto de Astronomía de la UNAM, un esfuerzo descentralizador que busca desarrollar y consolidar la investigación, docencia y difusión de la astronomía en esta importante región del país. Finalmente, encabeza a un grupo de investigadores nacionales que gestionan, con la ayuda del Conacyt, la participación de México en el Arreglo Milimétrico (MMA = Millimeter Array), el interferómetro de radio que se construirá en Chile con financiamiento internacional.

Ha recibido diversas distinciones, tanto nacionales como internacionales, entre las que destacan el premio "Robert J. Trumpler" de la Sociedad Astronómica del Pacífico, el premio "Bruno Rossi" de la Sociedad Astronómica Americana, y el premio de Física de la Academia de Ciencias del Tercer Mundo, así como el premio de la Academia Mexicana de Ciencias, el Premio UNAM, el primer premio "Ricardo J. Zevada", y el Premio Nacional de Ciencias de nuestro país.

Estoy seguro que el ingreso del doctor Luis Felipe Rodríguez incrementará el prestigio de nuestra institución debido a que ha realizado una extraor-

dinaria labor de investigación, así como de promoción y divulgación de la astronomía.

Bienvenido a El Colegio Nacional.

ÍNDICE

Francisco Bolívar Zapata, <i>Palabras de salutación</i>	7
Luis Felipe Rodríguez Jorje, <i>El Poto Infinito. Discurso de ingreso a El Colegio Nacional</i>	13
Manuel Peimbert Sierra, <i>Contestación al discurso de ingreso del doctor Luis Felipe Rodríguez Jorje como miembro de El Colegio Nacional</i>	33

Se terminó de imprimir en los Talleres
de la Editorial Cromocolor, S. A. de C. V.,
Miravalle 703 Col. Portales, C. P. 0330,
México D. F., en el mes de marzo del
2000. La edición consta de 1000 ejemplares.