

CENTRO DE RADIOASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA (CRyA)

Dra. Estela Susana Lizano Soberón – Directora – mayo de 2007

Estructura académica	Dirección General, Secretaría Académica, Posgrado, Divulgación, Cómputo y Acervo.
Campus	Morelia
Creación/ historia	Unidad Morelia del Instituto de Astronomía, 1995 Centro de Radioastronomía y Astrofísica, 20 de marzo del 2003
Sitio web	www.crya.unam.mx
Área	Ciencias Físico-Matemáticas

INTRODUCCIÓN

En el Centro de Radioastronomía y Astrofísica (CRyA), los temas principales de investigación corresponden a los estudios de: el medio interestelar, la formación de estrellas, la cosmología, la astronomía extragaláctica, la astrofísica de altas energías y la turbulencia atmosférica. El Centro forma parte de un exitoso esfuerzo descentralizador de la UNAM que, en colaboración con otras instituciones de educación superior del estado de Michoacán, ha consolidado la investigación, la docencia y la difusión de la astronomía en esta importante región del país. Actualmente, el CRyA es el principal polo de investigación y formación de recursos humanos en radioastronomía en el país.

Su misión principal es la de mantener líneas de investigación innovadoras en astronomía, de alto nivel e impacto, así como abrir nuevas líneas de búsquedas en áreas de la astrofísica moderna que aún no se practican en el país.

Los objetivos, consisten en abordar la investigación astronómica con un enfoque que combine la teoría y las observaciones en múltiples frecuencias, formar recursos humanos altamente especializados y llevar a cabo la difusión de los temas de su especialidad y de la astronomía en general.

Los cuerpos colegiados establecidos del CRyA sesionaron en el periodo que se reporta, como a continuación se describe: el Consejo Interno realizó 15 sesiones, en las que se revisaron diversos casos del personal académico del centro; la Comisión Dictaminadora tuvo cuatro sesiones; la Comisión Evaluadora del Programa de Primas al Desempeño (PRIDE) llevó a cabo dos reuniones.

PERSONAL DEL CRYA

En 2009, el cinco por ciento de la planta académica obtuvo una promoción: el MTI Miguel Espejel Cruz, ganó un concurso de oposición abierta para convertirse en técnico académico titular A.

Al finalizar 2009, el personal académico adscrito al Centro estaba integrado por un total de 22 miembros de tiempo completo (18 investigadores y cuatro técnicos académicos). Los investigadores estuvieron distribuidos de la siguiente manera: seis titulares C, cinco titulares B, cinco titulares A y dos asociados C; todos cuentan con el grado de doctor. Los investigadores que pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) se encontraban en los siguientes niveles: cuatro en el nivel III, nueve en el nivel II y cuatro en el nivel I. La composición de los técnicos académicos fue la siguiente: un asociado C y tres titulares A. El 100 por ciento del personal académico estuvo en el programa PRIDE. Asimismo, el CRyA contó con cinco administrativos de confianza.

INVESTIGACIÓN Y SUS PRODUCTOS

En el transcurso de 2009 se desarrollaron 21 proyectos de investigación, de los cuales diez recibieron apoyo de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico y once fueron financiados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

Algunos de los proyectos de investigación de 2009 y vigentes a la fecha en el CRyA son:

Distancias a regiones de formación estelar con el VLBA. Usando un interferómetro de líneas de base muy largas, conocido como el VLBA (Very Long Baseline Array), se ha logrado medir la distancia a varias regiones de formación estelar cercanas con una precisión uno a dos órdenes de magnitud mejor que las mejores determinaciones anteriores. Esto representa una aportación fundamental al estudio de la formación y de la juventud de las estrellas, ya que sin saber su distancia con buena precisión, es imposible determinar las propiedades más básicas de las estrellas jóvenes, como su luminosidad, su masa o su edad.

Estructura y evolución de galaxias de baja masa. Es un proyecto dedicado a estudiar la estructura y la evolución de las galaxias de baja masa que se forman dentro de un contexto cosmológico jerárquico. La principal herramienta de trabajo es un código hidrodinámico de malla adaptativa y de N cuerpos que incluye, entre sus procesos físicos, el enfriamiento del gas y su subsecuente conversión en estrellas; la retroalimentación estelar y una fuente de calentamiento de fondo en el ultravioleta. El primer objetivo es tratar de entender con claridad el papel que juegan cada uno de los actores (procesos físicos) en el fenómeno. Como segundo paso, se busca encontrar las condiciones bajo las cuales se puede producir galaxias que se parezcan a las que se observan, así como analizar la viabilidad de las suposiciones. El problema de la formación de galaxias es abierto, complejo y tiene, sin lugar a dudas, muchas aristas. Este trabajo tiene como fin último abonar a la solución del problema.

Evolución de nubes moleculares y formación estelar. Este proyecto, iniciado en 2006, ha venido investigando la formación y la evolución de las nubes moleculares (NMs), que son las regiones más densas del medio interestelar (MI) en nuestra Galaxia, y en donde ocurre toda la formación estelar de la misma. Este proyecto ha mostrado que las NMs

inician su existencia por compresiones moderadamente supersónicas en el MI, que inducen una transición de fase en el gas atómico y lo llevan al estado denso y frío, en régimen turbulento. Ya en esta fase, se inicia la contracción gravitacional de la nube, que alcanza las condiciones físicas típicas del gas molecular. Durante la contracción, las fluctuaciones de densidad inducidas por la turbulencia en la nube proceden a colapsarse localmente, lo que constituye un “colapso dentro del colapso” y da lugar a la época de formación estelar de la nube. Durante 2009, se encontró que el colapso global de la nube puede culminar en la formación de regiones de formación estelar masiva, mientras que los colapsos locales aislados pueden dar lugar a la formación de regiones de formación estelar de baja masa. Se investigó además, el efecto de la retroalimentación de energía en las nubes por las estrellas masivas recién formadas, y se encontró de manera preliminar que la retroalimentación puede reducir la eficiencia de formación estelar en los niveles realistas, aunque no es capaz de destruir la nube cuando ésta es muy masiva. En el futuro se planea llevar a cabo simulaciones incluyendo el campo magnético y la difusión ambipolar, además de la retroalimentación estelar. Estas simulaciones se han realizado en el “cluster” de 32 procesadores con el que cuenta el grupo de turbulencia del CRyA; sin embargo, este equipo tiene ya 5 años y recientemente se obtuvo financiamiento de CONACyT para reemplazarlo por uno de última generación, de 144 procesadores.

Modelos de discos protoplanetarios. En el CRyA hemos construido modelos de discos protoplanetarios en distintas fases evolutivas, incluyendo discos con brechas y agujeros probablemente producidos por planetas recién formados. Estos modelos han sido usados por diferentes grupos para explicar exitosamente espectros tomados con el Telescopio Espacial Spitzer e imágenes obtenidas con el Submilimeter Array, lo que ha permitido cuantificar las propiedades físicas de los discos observados en diferentes regiones de formación estelar.

Publicaciones científicas

En 2009, los resultados de las investigaciones realizadas se publicaron en un total de 53 artículos en revistas arbitradas con alto impacto. Además, se publicaron once trabajos de memorias in extenso en congresos internacionales.

Los trabajos de los miembros del CRyA recibieron más de 3 843 citas este año y un total de más de 20 700 en los últimos siete años. Se publica una media de tres artículos arbitrados por investigador por año.

Logros académicos

Se mencionan a continuación algunos de los principales logros de los investigadores del centro:

- Se demostró que los discos protoplanetarios permeados por campos magnéticos rotan con velocidades subkeplerianas. Se encontró que esta rotación lenta del gas afecta la migración de los protoplanetas, los cuales rotan keplerianamente. La diferencia de velocidad con el gas del disco frena a los protoplanetas, lo que acorta su tiempo de migración y modifica la masa que acretan.

- Se encontró que las fluctuaciones de brillo superficial en el mediano infrarrojo son sensibles a cambios globales en la tasa de pérdida de masa de una población estelar, y son capaces de determinar si existe una relación entre metalicidad y pérdida de masa.
- Se publicó un estudio sobre un error de normalización en el método de medición de perfiles de turbulencia llamado Scidar Generalizado. En dicho estudio se demuestra analíticamente la existencia de dicho error, se evalúa su magnitud y se desarrolla un método para la correcta calibración de los perfiles de turbulencia atmosférica.
- Se investigó la sublimación de cometas como mecanismo para explicar las discrepancias de abundancias en nebulosas planetarias.
- Se elaboró un modelo de una nebulosa planetaria, IC 418, que explica la intensidad de las líneas con base en la fluorescencia y la recombinación.
- Se realizaron las primeras simulaciones 3D magnetohidrodinámicas, con transferencia radiativa, de la fotoionización por una estrella masiva externa de un glóbulo molecular magnetizado.
- Durante 2009, continuamos nuestros esfuerzos para medir distancias a regiones de formación estelar cercanas con los estudiantes de doctorado de la UNAM Rosy Torres (ya graduada) y Sergio Dzib. Además, conseguimos fondos del CONACyT para participar en la expansión del instrumento (llamado VLBA) que usamos para estas mediciones.
- Se estudió numéricamente el comportamiento de diversos espectros de potencia resultado de simulaciones de gas turbulento térmicamente biestable, como función del número de Mach. Tanto para la densidad como para la velocidad, la estadística de la turbulencia se modifica considerablemente debido a la presencia de inestabilidad térmica.
- Se obtuvo evidencia, a través de simulaciones numéricas, de que las nubes moleculares en las que se forman las estrellas deben de encontrarse en un estado de contracción gravitacional generalizado, así como masa del medio difuso circundante. Este escenario contrasta con la visión tradicional de que las nubes son objetos aislados de masa dada y en equilibrio virial.
- Mediante un estudio teórico de las erupciones de 1840 y 1890 sufridas por la estrella masiva Eta Carinae, en el que se supone un escenario de colisión de vientos, se logró explicar la morfología y la cinemática de las nebulosas externa e interna (llamadas *Homunculi*) de la estrella.
- Se desarrollaron mapas sintéticos de la Vía Láctea a partir de modelos numéricos. Estos mapas se comparan de manera favorable con las características observadas en mapas reales, como lo son las estructuras de velocidad en la vecindad de brazos espirales, entre otras.
- En un estudio de DR21 (OH) encontramos más de 30 máseres de metanol que trazan una secuencia de choques de proa de un flujo bipolar. Este estudio sugiere que los discos de acreción se forman en una orientación de canto (no de cara), en filamentos dentro de nubes moleculares.

- Se desarrollaron modelos para explicar la emisión infrarroja de discos circumbinarios y de discos circunestelares, con distintos tipos de granos de polvo.
- En dos estudios sobre el contenido gravitacional de las nubes moleculares en nuestra Galaxia, se encontró que, dependiendo del tamaño y la orientación de éstas, la Galaxia puede fomentar o inhibir el colapso gravitacional.

VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD, COOPERACIÓN, COLABORACIÓN Y SERVICIOS

El CRyA colabora con diferentes organizaciones estatales para acercar a la sociedad, en todo el Estado de Michoacán, al conocimiento de la ciencia, en particular, de la astronomía y la astrofísica. Durante 2009, colaboró con la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, el Planetario Felipe Rivera de Morelia y el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología, entre otras instancias.

ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN EN EVENTOS ACADÉMICOS (DIRIGIDOS A PARES)

En 2009, se impartieron en el CRyA 45 coloquios dirigidos a investigadores y estudiantes del centro. Por otra parte, los académicos del CRyA participaron en once congresos y talleres, y se dieron 41 pláticas, 19 de ellas por invitación.

En el CRyA se llevó a cabo el taller *The Infancy of Massive Stars*, del 14 al 16 de enero de 2009. Se contó con la participación de 30 astrónomos reconocidos en el área de formación estelar provenientes de Alemania, Australia, Chile, España, Estados Unidos, Italia y México.

Durante este año se llevó a cabo la VI Escuela de Verano de Astronomía, con una asistencia de más de 30 estudiantes de toda la República Mexicana. Esta escuela, que se celebra cada dos años, es de gran importancia porque permite atraer estudiantes de todos los estados del país a nuestro posgrado.

PREMIOS Y DISTINCIONES

- El Dr. Javier Ballesteros Paredes recibió el Premio Estatal de Divulgación en la modalidad Divulgador-Investigador que otorga el Consejo de Ciencia y Tecnología (COE-CyT) del Estado de Michoacán.
- La Dra. Paola D'Alessio Vessuri obtuvo el premio Scopus, por ser una de los ocho investigadores mexicanos con más textos publicados y más referencias a sus trabajos en el mundo en estos últimos diez años.
- La Dra. Paola D'Alessio recibió un reconocimiento por el artículo de astronomía publicado en 1998 con primer autor mexicano y con más citas en la siguiente década, otorgado por Thomson Reuters.
- El Dr. Luis Felipe Rodríguez Jorge fue electo Presidente de la Sociedad Mexicana de Física para el periodo 2009-2011.

- El Dr. Remy Fernand Ávila recibió un reconocimiento especial por su trayectoria académica y sus aportaciones en ciencia y tecnología, otorgado por el COECyT.

INTERCAMBIO ACADÉMICO

El CRyA recibió a 13 investigadores, provenientes de instituciones de otros países, con el objetivo de participar en los proyectos de investigación del centro. Por su parte, los investigadores realizaron 23 estancias en instituciones del extranjero y 14 estancias en instituciones nacionales.

DOCENCIA

El Centro de Radioastronomía y Astrofísica, en conjunto con el Instituto de Astronomía, el Instituto de Ciencias Nucleares y la Facultad de Ciencias, son entidades responsables del Posgrado en Ciencias (Astronomía) de la UNAM. El objetivo de dicho posgrado es la formación de científicos capaces de desarrollar investigación original de frontera y de impartir docencia al más alto nivel. Los investigadores del CRyA impartieron 17 cursos de posgrado durante el año.

El número de estudiantes que realizan tesis de licenciatura o estudios de posgrado en el CRyA se ha incrementado notablemente en los últimos años. Durante 2009, once estudiantes trabajaron en su tesis de licenciatura; de éstos, cinco concluyeron. Se contó también con 14 estudiantes de maestría y doctorado; de éstos, nueve obtuvieron en 2009 el grado de maestro y cinco el de doctor.

Cabe referir que el Centro continúa ofreciendo en venta material didáctico en su materia, a escuelas y a la sociedad civil en general.

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

2009 fue un año muy importante para la astronomía mexicana, pues fue declarado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), como Año internacional de la Astronomía.

Los investigadores del CRyA realizaron más de 200 actividades de divulgación en 2009, entre ellas, 170 conferencias dirigidas al público en general.

En lo que se refiere a los medios de comunicación, durante 2009 se ofrecieron 50 entrevistas en radio y 15 en televisión. Por otro lado, se publicaron 71 artículos en periódicos locales y 33 artículos en revistas.

El 31 de enero del 2009 se organizó la Noche de las Estrellas en las Yácatas de Tzintzuntzan. En ella se ofrecieron varias conferencias para el público en general, además de actividades como talleres astronómicos, Pregúntale a un Astrónomo, y observación con telescopios.

Se organizó también el primer ciclo de cine comentado, denominado Cinedebate de Astronomía, del 30 de mayo al 27 de junio de 2009; asistieron alrededor de 2 000 personas.

Igualmente, se destacó dentro del marco del Año Internacional de la Astronomía la asignación de nombres de astrónomos, ocho de ellos mexicanos, a 18 escuelas del Estado de Michoacán.

Durante el 2009, también se realizaron dos eventos de entrega de telescopios a escuelas del Estado de Michoacán, el 25 de septiembre y el 7 de diciembre, respectivamente. Se donaron 110 telescopios en total, y en cada evento se impartió una conferencia a los profesores representantes de cada escuela y un taller de entrenamiento para el uso adecuado de los telescopios.

INFRAESTRUCTURA

En 2009, se dio por concluida la construcción de la nueva ala del edificio del Instituto de Matemáticas, misma que cuenta con 18 cubículos y dos aulas. Los matemáticos se trasladaron a esta ala y liberaron ocho cubículos y un aula del edificio del CRyA.

Con apoyo de la Coordinación de la Investigación Científica y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) se construyó el proyecto "Paseo de las Ciencias", que tiene como objetivo que los visitantes y estudiantes aprendan ciencia de manera interactiva y en forma sencilla. Se trata de un camino que conecta al Auditorio del Campus con el CRyA, a lo largo del cual existen bases o islas rodeadas de áreas jardinadas. Las islas exhiben instrumentos o experimentos que los caminantes pueden poner en práctica y observar. Las exhibiciones contienen una placa explicativa de la demostración en cuestión. Ya se han instalado varias de estas exhibiciones.

Debido a la relativamente baja sensibilidad del VLBA, menos de una docena de estrellas jóvenes ha podido ser estudiada hasta la fecha. Sin embargo, es posible mejorar drásticamente su sensibilidad con una inversión relativamente modesta, ya que solamente requiere ampliar la electrónica del instrumento. Gracias a dos apoyos de CONACyT en 2008-2009, se consiguió un total de aproximadamente cuatro millones de pesos que permitirán contribuir de manera sustancial a un mejoramiento de la sensibilidad del VLBA. Esto, facultará estudiar varios cientos de estrellas jóvenes (en vez de menos de una docena hoy) y garantizará un acceso privilegiado al VLBA para astrónomos del CRyA y de México en general.

Se acondicionó un espacio de 1 500 metros cuadrados para instalar radiotelescopios y se construyó un cuarto de control para manejar los telescopios y captar los datos. Actualmente estamos en proceso de instalar los primeros telescopios. Este recurso será de gran valor para el desarrollo de proyectos para estudiantes de licenciatura y posgrado.