

PROPUESTA DE TRANSFORMACIÓN DEL CENTRO DE RADIOASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA (CRyA) EN EL INSTITUTO DE RADIOASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA (IRAf)

RESUMEN EJECUTIVO

El Centro de Radioastronomía y Astrofísica (CRyA) de la UNAM, campus Morelia, propone su transformación en el Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRAf), con base en su consolidación académica como la institución mexicana más fuerte en el área de radioastronomía, su reconocimiento nacional e internacional, su fuerte desarrollo del posgrado en astrofísica, y su impacto en el occidente de México y en el país, a través de la formación de recursos humanos y la divulgación de la ciencia.

La investigación astronómica en longitudes de onda del visible, se practica desde épocas milenarias. La segunda ventana que se abrió al Universo fue la radioastronomía, en los países del primer mundo a mediados del siglo pasado, y en México en las últimas décadas del siglo XX y la primera del siglo XXI con la creación del CRyA en la UNAM. Este centro ha logrado que México aparezca en el mapa de la astronomía mundial, no sólo en la astronomía visible e infrarroja, sino también en la radioastronomía debido a aportaciones fundamentales al conocimiento universal que han hecho los investigadores del centro. La transformación en instituto ampliará esta presencia internacional y permitirá que México tenga un mayor impacto en las otras ventanas de espectro electromagnético, las cuales se observan tanto desde tierra como desde el espacio exterior.

El grupo de investigadores del CRyA cuenta con una madurez y una calidad académicas excelentes, con una infraestructura adecuada y con participación en

proyectos nacionales e internacionales de gran envergadura, lo cual justifica su transformación en un nuevo instituto. El CRyA ya es un líder no solamente a nivel nacional, sino también a nivel internacional. El nuevo Instituto de Radioastronomía y Astrofísica promoverá la radioastronomía en todo el país, alentando proyectos de investigación en conjunto con centros pequeños en universidades estatales como Guanajuato, Guadalajara y Monterrey, en donde se cultiva esta disciplina. Varios de estos grupos tienen ya acceso al Laboratorio de Cómputo de Alto Desempeño para procesar observaciones de interferómetros de radio como ALMA, VLA, SMA y VLBA. Un interferómetro es un radiotelescopio que utiliza simultáneamente un conjunto de antenas separadas físicamente cuyas señales individuales se combinan entre sí para que actúe como si fuera una sola antena grande, lo cual permite obtener una gran resolución angular o nitidez en las observaciones astronómicas. El procesamiento de estas observaciones requiere de cómputo especializado que permita el manejo de TB de datos con alta velocidad de lectura y escritura. El Laboratorio de Cómputo de Alto Desempeño del CRyA alberga este tipo de equipo que es muy costoso.

La transformación de centro en instituto permitirá a la comunidad académica del CRyA una mayor participación en la vida académica de la UNAM, y se asumirán con responsabilidad todas las comisiones académicas inherentes a ella. También, como instituto esta comunidad tendrá una mayor presencia y capacidad de gestión ante las autoridades e instituciones académicas del Estado de Michoacán. A su vez, esta transformación fortalecerá al campus de la UNAM en Morelia. Este campus cuenta con el Centro de Investigación en Ecosistemas (CIEco), el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA) y el Centro de Ciencias Matemáticas (CCM). Así mismo, están las Unidades académicas de los Institutos de Geofísica y de Investigación en Materiales, y pronto llegará un grupo del Instituto de Ingeniería. Estos grupos académicos están en distintas etapas de desarrollo, en particular, el CIEco se encuentra ya en proceso de transformación en instituto. Además, en el 2012 inició actividades la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Morelia, fortaleciendo la presencia de la UNAM en Michoacán también a nivel de licenciatura.

El trabajo de investigación del grupo cubre de manera profunda y con alto impacto varias áreas de la astrofísica moderna. En particular, existen proyectos de formación y evolución de estrellas, medio interestelar, altas energías, estructura galáctica, astronomía extragaláctica y cosmología. El CRyA se distingue de otras instituciones nacionales en que sus investigadores dan gran énfasis a las observaciones multifrecuencias, incluyendo longitudes de onda de radio, infrarroja, óptica, ultravioleta, y de rayos X. También desarrollan estudios teóricos y simulaciones numéricas de frontera en estas áreas. Los investigadores del CRyA colaboran con colegas de las mejores instituciones astronómicas de México y del mundo.

La transformación de centro en instituto es un proceso natural dadas la madurez de su planta académica y la establecida presencia del centro en la zona occidente del país, a través de la investigación astronómica, la formación de nuevos recursos humanos a nivel de licenciatura y posgrado, y la extensión de la cultura hacia el público en general.

La planta académica actual del CRyA consta de 24 investigadores y 4 técnicos académicos. El 46% de los investigadores son titulares B o C y el 50% tienen niveles II y III del SNI, incluido un emérito. En los últimos 3 años los investigadores mantienen una tasa promedio de publicación de 4.1 artículos por investigador por año, con una mediana de 2 artículos por investigador por año. Existe, además, un alto grado de colaboración entre los miembros del CRyA; en promedio, 30% de los artículos tienen más de un autor del CRyA. Esta importante interacción es una gran fortaleza del grupo académico. Finalmente, en el periodo 2003-2014 el CRyA tiene un índice de Gini de su producción de artículos arbitrados de 0.4. Este índice mide la contribución individual de los investigadores a la producción total de artículos. El valor de 0 es la igualdad total y el valor de 1 corresponde a la desigualdad total, donde un investigador produce todos los artículos. Este índice se usa para medir la distribución de la riqueza en los países, y el valor de 0.4 es equivalente a la distribución de la riqueza, por ejemplo, en EUA.

La labor de los investigadores del CRyA es de excelencia académica y cuenta con un amplio reconocimiento nacional e internacional. Los investigadores han recibido más de 47,000 citas en la literatura especializada en el periodo 2003-2014. El índice de Hirsch del centro es $h=101$, esto significa que 101 artículos producidos por sus investigadores, han recibido al menos 101 citas. Este valor es el más alto de las entidades del Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM y es equiparable al de instituciones de astronomía de gran prestigio en EUA. Si se consideran solamente los 562 artículos arbitrados publicados en el CRyA en el periodo 2003-2014, estas publicaciones recibieron 14,761 citas y tienen un índice de Hirsch $h=62$.

El CRyA participa en el Posgrado en Ciencia (Astrofísica) de la UNAM, cuenta con 30% de los estudiantes de este posgrado y tiene un vigoroso cuerpo docente. En el centro se han graduado 32 doctores y 57 maestros, y se han dirigido 55 tesis de licenciatura. Es importante señalar que los estudiantes de licenciatura y posgrado del CRyA provienen de casi todos los estados de la República Mexicana, así como de Centroamérica, Sudamérica y España. Actualmente los egresados de doctorado trabajan en instituciones de investigación y docencia en México y el extranjero.

En las actividades de divulgación de la astronomía se tiene un gran impacto a nivel estatal. Al año se realizan más de 120 eventos, muchos de ellos en colaboración con la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), el Planetario de Morelia, el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología y con los Institutos Tecnológicos del estado. Esta actividad se intensificó durante el 2009, Año Internacional de la Astronomía, cuando se realizaron más de 400 eventos y se llegó a 100,000 personas. Esta actividad ha mantenido un ritmo intenso, por ejemplo, en el 2014 se llegó a un público de más de 32,000 personas.

Los radioastrónomos del CRyA participan en dos de los más grandes interferómetros del mundo: el VLA (Karl Jansky Very Large Array) en Nuevo México, Estados Unidos de América (EUA), y el VLBA (Very Long Baseline Array) en EUA continental, en Hawaii, y en las Islas Vírgenes, y han colaborado para mejorar las capacidades de estos instrumentos. A través de esta colaboración, los radioastrónomos mexicanos tienen acceso a ALMA (Atacama Large Millimeter Array) en el Desierto de Atacama, Chile, el interferómetro más importante del siglo

XXI. Los radioastrónomos del CRyA han publicado ya artículos arbitrados con observaciones de ALMA. Dado que el CRyA es claramente el centro más importante en el país en interferometría radioastronómica (que utiliza interferómetros de radio para estudiar el Universo), su transformación en instituto impulsará la participación de México, y en particular de la UNAM, en la nueva generación de instrumentos de este tipo. La interferometría de radio está iniciando una edad de oro, con los nuevos interferómetros del VLA y ALMA, y con la preparación del proyecto que en una década dará lugar al interferómetro de bajas frecuencias Square Kilometer Array (SKA). Este último interferómetro podrá, en particular, realizar estudios del hidrógeno atómico del Universo con una alta resolución espacial sin precedentes. Estos nuevos y poderosos arreglos revolucionarán nuestro conocimiento del cosmos, y la transformación del CRyA en un instituto impulsará la presencia de la UNAM en esta era que se avecina.

Por su tamaño, el CRyA es el tercer grupo de astronomía a nivel nacional, y es equiparable a grupos astronómicos reconocidos de tamaño mediano en otras partes del mundo. En las universidades de prestigio en EUA los grupos de astronomía varían entre 15 y 30 investigadores. Más aun, se tiene la intención de crecer lentamente, cuidando la calidad académica y buscando cumplir las metas de excelencia y de continua superación en la calidad del posgrado.

El CRyA es ya reconocido a nivel mundial por sus contribuciones al estudio de la formación estelar Galáctica con observaciones radioastronómicas, teoría y simulaciones numéricas. Además, con la nueva área recién fortalecida de astronomía extragaláctica y la contratación de expertos en observaciones en rayos X e infrarrojo a estas grandes escalas, se ha abierto un nuevo nicho de estudios pioneros en la formación de estrellas en otras galaxias y en múltiples bandas de frecuencia. Se atacarán problemas fundamentales como la formación de las primeras generaciones de estrellas, la época de reionización del Universo y la formación de las galaxias. Los teóricos del CRyA contribuirán en estas nuevas líneas de investigación con el modelaje e interpretación de las observaciones, creando una sinergia en esta área como ha ocurrido en el caso de la formación estelar Galáctica, de manera que el IRAf se convertirá en un líder a nivel mundial

en el tema de formación estelar en todo el Universo con técnicas multifrecuencia. Además, con la construcción del Laboratorio de Cómputo de Alto Desempeño, el IRAf se convertirá en un Nodo del Interferómetro ALMA para el país y Centroamérica, e incluso países como Venezuela y Colombia. Los radioastrónomos mexicanos y centroamericanos harán estancias prolongadas en el IRAf para reducir e interpretar sus datos interferométricos y realizar proyectos académicos conjuntos, enriqueciendo el ambiente de investigación y docencia.

En el aspecto tecnológico, el IRAf será promotor del cómputo, las telecomunicaciones y la electrónica en el país, tanto por la necesidad de las altas tasas de transferencia de datos como por la relación de la radioastronomía con estas áreas. El IRAf participará en la formación de recursos humanos especializados en colaboración con otras instituciones. En particular, en el Laboratorio de Interferometría de Radioastronomía se entrenarán estudiantes en las áreas de ingeniería electrónica, mecánica y de telecomunicaciones para el desarrollo de prototipos para interferómetros de radio.

El IRAf será no sólo una sede pujante del posgrado en Astrofísica de la UNAM, sino que participará en la Licenciatura en Física Computacional en colaboración con la Facultad de Ciencias y la ENES. Esta licenciatura novedosa, diseñada por el CRyA, formará físicos profesionales con amplios conocimientos de cómputo y estadística, capaces tanto de continuar con un posgrado, como de insertarse en el sistema productivo nacional. Con los laboratorios de Cómputo de Alto Desempeño y de Interferometría de Radioastronomía se realizarán proyectos de computación, electrónica y telecomunicaciones que enriquecerán los estudios de las licenciaturas de la ENES.

El IRAf desarrollará con excelencia sus actividades de investigación, docencia y divulgación y recibirá estudiantes y posdoctorados de nacionales e internacionales. A largo plazo, el IRAf tendrá la capacidad de generar desarrollos tecnológicos en áreas relacionadas con la radioastronomía, en colaboración con instituciones nacionales y del extranjero.

Por todo lo anterior, consideramos que el Centro de Radioastronomía y Astrofísica está maduro para convertirse en el Instituto de Radioastronomía y Astrofísica. El IRAf se convertirá en líder internacional en la formación estelar a través del tiempo en todo el Universo, con observaciones multifrecuencia y estudios teóricos, atacando problemas fundamentales de la formación y evolución de las galaxias en el Universo. Con su gran calidad y solidez académica contribuirá a que el Campus Morelia de la UNAM destaque cada vez más como un polo de investigación y desarrollo tecnológico en el occidente del país y promoverá el desarrollo de la radioastronomía en México y Centroamérica.