

Curriculum Vitae

Igor Félix Mirabel Miquele

Datos Personales:

Nacimiento: Montevideo, Uruguay, 23/10/1944

Nacionalidad: Argentina & Uruguay

Estado civil: Casado, Tres hijas.

Domicilio: Avenida Libertador 5080, 13/A. Capital Federal.

Oficina: Instituto de Astronomía y Física del Espacio

Teléfonos: 47890179 interno 114 (oficina); 47776665 (particular)

e-mail: mirabel@iafe.uba.ar

Títulos Universitarios:

1970 Licenciado en Astronomía. Universidad Nacional de La Plata.

1973 Profesor en Filosofía. Facultad de Filosofía y Letras. UBA.

1974 Doctor en Astronomía. Universidad Nacional de La Plata.

Cargo actual:

Investigador Superior del CONICET, Argentina.

Lugar de trabajo: Instituto de Astronomía y Física del Espacio.

Premios y Distinciones Académicas:

- Premio Houssay a la Trayectoria. Presidencia de la Nación Argentina, MINCyT.
- Doctor Honoris Causa. Universidad de Barcelona.
- Premio de la Fundación Konex a la trayectoria en la última década
- Premio Consagración de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Argentina
- Gran Premio Deslandres de la Academia de Ciencias de Francia
- Premio Bruno Rossi en Astrofísica de Altas Energías de la Asociación Astronómica de América del Norte (USA, Canadá & México).
- Premio Nacional bi-anual en Ciencias de la Comisión de Energía Atómica (CEA) de Francia.
- Becario de la Fundación Guggenheim. California Institute of Technology. USA.
- Premio Epscor de la Fundación Nacional de Ciencias. USA.
- Premio Epscor de la Fundación Nacional de Ciencias. USA.
- Miembro de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Argentina.
- Miembro de la Academia Mundial de Ciencias

Publicaciones: 610, de las cuales **325** en revistas Internacionales con arbitraje. (NASA Data Service)

Citaciones: 15.400 en revistas internacionales con arbitraje. (NASA Data Service) **Indice h=61**

Divulgación Científica:

Aproximadamente 30 publicaciones (La Recherche, Sky & Tel. etc).

Aproximadamente 50 conferencias en Planetarios y Asociaciones.

Las diez (10) publicaciones más relevantes:

- 1) Luminous Infrared Galaxies. D.B. Sanders & **I.F. Mirabel**. **Annual Review of Astronomy & Astrophysics 34**, 749-789 (1996). Citado en más de 1800 publicaciones (ADS, NASA)
- 2) Sources of Relativistic Jets in the Galaxy. **I.F. Mirabel** & L.F. Rodríguez. **Annual Review of Astronomy & Astrophysics 37**, 409-443 (1999). Más de 600 citas (ADS, NASA)
- 3) A double-sided radio jet from the compact Galactic Centre annihilator 1E1740.7-2942. **I.F. Mirabel** et al. **Nature 358**, 215-217 (1992). Más de 260 citas (ADS, NASA).
- 4) A Superluminal Source in the Galaxy. **I.F. Mirabel** & L.F. Rodríguez. **Nature 371**, 46-48 (1994). Más de 700 citas (ADS, NASA)
- 5) A high-velocity black hole on a Galactic-halo orbit in the solar neighbourhood. **I.F. Mirabel** et al. **Nature 413**, 139-141 (2001).
- 6) Formation of a black hole in the dark. **I.F. Mirabel** & I. Rodrigues **Science 300**, 1119-1122 (2003).
- 7) Microquasars in our Galaxy. **I.F. Mirabel** & L.F. Rodriguez. **Nature 392**, 673-677 (1998)
- 8) Microquasars: Open questions. **I.F. Mirabel**. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, London. 358, 841 (2000).
- 9) Very Energetic Gamma-Rays from Microquasars and Binary Pulsars. **I.F. Mirabel**. **Science 312**, 1759-1760 (2006).
- 10) Stellar black holes at the dawn of the universe. **I.F. Mirabel** et al. **Astronomy & Astrophysics 528**, A149-155 (2011)

Cargos en Instituciones Científicas:

- Represente y Director de la Oficina de Ciencias en Chile de los Observatorios Europeos Australes.
- Director de Investigaciones Científicas en la Comisión de Energía Atómica y Energías Alternativas. Francia
- Investigador Superior del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Argentina
- Profesor (Asociado - Titular). Univ. de Puerto Rico, USA
- Becario Guggenheim . California Institute of Technology. USA
- Investigador Asociado. University of Maryland. USA
- Investigador Post-doctoral. University of Manchester. UK
- Becario del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Argentina

Conferencias invitadas en congresos internacionales:

Aproximadamente cuatro (4) por año en el periodo 1994-2013

Cargos anteriores en Investigación Científica:

1974-76 Investigador Asistente del CONICET.
1976-78 Investigador Post-doctoral. Universidad de Manchester.
1979-80 Investigador Asociado. Universidad de Maryland. USA.
1980-85 Profesor Asociado. Universidad de Puerto Rico, San Juan.
1985-87 Investigador Principal del CONICET, Argentina.
1988-89 Guggenheim Fellow. California Institute of Technology. USA.
1990-95 CEA-Francia. Nominado Director de Investigaciones en 1994.
1995-02 Investigador Principal del CONICET.
2002-04 Investigador Superior del CONICET.
2004-09 Representante y Director de Ciencias del Observatorio Europeo Austral en Chile (con licencia sin haberes del CONICET)
2009-2014: Reintegración como Investigador Superior del CONICET.

Pertenencia a Instituciones Académicas:

Unión Astronómica Internacional. 5 comisiones.
Asociación Argentina de Astronomía. Miembro Honorario
Asociación Americana de Astronomía.
Sociedad Francesa de Especialistas en Astronomía.
Sociedad Chilena de Astronomía. Propuesto como miembro Honorario.

Comités Internacionales de Evaluación Científica y Tecnológica:

- 2002-04 Presidente honorario del Consejo Científico y Tecnológico del Servicio de Astrofísica (180 investigadores e ingenieros) de la Comisión de Energía Atómica de Francia (CEA)
- 2002-04 Miembro honorario del Consejo Científico y Tecnológico del Departamento de Física e Instrumentación Asociada (850 investigadores e ingenieros) de la CEA/Francia.
- 2000-02 Miembro 'at large' (por designación del Director General) del Comité para asignación de tiempo de observación en los telescopios del European Southern Observatory (ESO).
- 2000-05 Representante de la comunidad astronómica internacional en el Comité español para asignación de tiempo en los telescopios de las Islas Canarias (Observatorio Europeo del Norte), España.
- 2002-03 Comité de evaluación de propuestas de observación con el Satélite Newton XMM de radiación X. ESA-NASA.
- 1997-99 Comité de asignación de tiempo en el telescopio Canadá-Francia-Hawaii.
- 1996-97 Comité de asignación de tiempo (TAC) en el Telescopio Espacial Hubble. NASA/ESA.
- 1994-02 Valuador externo de propuestas de observación en el Telescopio Espacial Infrarrojo de ESA-NASA-ISAS, Satélite Compton de radiación gamma NASA-ESA, Observatorio Milimétrico de Caltech USA, Observatorio de Nancay, Francia etc.

Organismos de Planeamiento de la Investigación Científica:

- 1998-00 Comité de Usuarios del Telescopio Espacial Hubble. (por designación del director) NASA-ESA.
- 1994-97 Consejo de Supervisión del Radio Observatorio de Nancay. Francia.
- 1998-98 Consejo de Supervisión del Instituto Argentino de Radio-astronomía. Por solicitud del CONICET.
- 1990-02 Evaluador externo de Instituciones Científicas y Tecnológicas dependientes de la National Science Foundation de USA, y de diversos Organismos de Planeamiento y Promoción de la investigación científica de Chile, Argentina y España.

Dirección de Grupos y Proyectos de Investigación (1998-2002):

- 1998-02 Proyecto Plurianual del CONICET sobre Astrofísica de Agujeros Negros (PIP No 0049/98).
- 1999-02 Proyecto de Fundación Antorchas sobre Galaxias Huésped de fuentes de destellos gamma. 2 investigadores del Observatorio de Córdoba, 1 investigador del Observatorio de La Plata,
- 2000-04 Programa central del satélite INTEGRAL. 7 investigadores.
- 1993-97 Programas Centrales del Satélite ISO. 8 investigadores.
- 1998-99 Programa Central del Satélite Newton XMM. 5 investigadores.
- 2002-07 Multi-wavelength INTEGRAL Network (MINE). Network Internacional compuesto por 32 investigadores pertenecientes a los mayores Observatorios del mundo (ESO-IAC-Calar Alto-NRAO-Jodrell Bank-Riley/Cambridge-GMRT, etc.).

Comités Científicos de Simposios Internacionales (entre otros):

- 2008/09 VII Workshop sobre Microquasars en la Galaxia. Foca, Turquía.
- 2006/10 VI Workshop sobre Microquasars en la Galaxia. Como, Italia.
- 2004/10 V Workshop sobre Microquasars en la Galaxia. Pekin, China.
- 2003/07 Grossman Meeting sobre Relatividad General. Rio de Janeiro.
- 2002/05 IV Workshop sobre Microquasars. Córcega, Francia.
- 2001/09 Reunión Regional Latinoamericana de la UAI, Cordoba.
- 2000/09 III Workshop sobre Microquasars. Granada, España.
- 1999/09 Morfología de Galaxias. Johannesburg, Sudáfrica.
- 1998/12 Texas Simposio de Astrofísica Relativista. Paris. Francia
- 1998/12 II Workshop sobre Microquasars en la Galaxia. Paris. Francia.
- 1998/04 Fuentes Superlumínicas. Open University. Inglaterra.
- 1997/03 Astronomía Extragaláctica en el Infrarrojo. Les Arcs, Francia.
- 1997/08 Simposio de la UAI sobre Galaxias Infrarrojas. Kyoto, Japón.

Cargos en Docencia Universitaria:

- 1971-74 Ayudante de Trabajos Prácticos. Univ. Nacional de La Plata.
- 1979-80 Profesor Asistente. Universidad de Maryland. USA.
- 1981-84 Profesor Titular. Departamento de Física. Univ. Puerto Rico.
- 1993-97 Director y co-director de tesis doctorales.

Formación de recursos humanos:

- Dirección de 8 tesis doctorales
- Dirección de 18 investigadores post-doctorales de Argentina, Brasil, España, Francia y China.
- Profesor en 12 Escuelas Internacionales de formación de investigadores jóvenes

TRAYECTORIA CIENTÍFICA

Las contribuciones realizadas en la última década, se inscriben en la revolución mayor producida en la astrofísica desde que se puede observar el cielo en todo tipo de radiación, desde las ondas de radio hasta los rayos gamma. Gracias al trabajo de síntesis de observaciones astronómicas realizadas en diferentes regiones del espectro electromagnético, Mirabel ha sido protagonista principal en los descubrimientos de tres nuevas clases de objetos en el universo: los **micro-cuásares**, las **galaxias infrarrojas ultra-luminosas** y las **galaxias enanas de marea**. Estos descubrimientos fueron anunciados tres veces en la tapa de la revista **Nature** y han sido objeto de amplia difusión en la prensa nacional e internacional. Hasta la fecha se han realizado siete congresos internacionales sobre los microcuasares. El próximo, es un simposio de la International Astronomical Union en Buenos Aires que tiene lugar el 13-17 de setiembre de 2010.

Micro cuásares en la Vía Láctea

La observación en rayos gamma desde satélites es un medio privilegiado para descubrir los astros en los que se producen las transferencias de energía mas violentas. Sin embargo, esta es una de las técnicas de observación con mayores dificultades, ya que la longitud de onda de los rayos gamma es inferior a las distancias inter-atómicas, y por consiguiente, no es posible utilizar combinaciones de espejos a fin de reflejar y focalizar la luz, tal como se hace en otros dominios del espectro electromagnético. Por otro lado, la radio-astronomía es en la práctica más accesible, ya que el uso de interferómetros sobre la superficie terrestre permite observar los fenómenos celestes con una resolución angular incomparable.

Las observaciones realizadas lejos del dominio visible, en los dos extremos del espectro electromagnético, en rayos X y gamma desde el espacio, y en la banda de radio desde la superficie terrestre, permitieron el descubrimiento de un nuevo tipo de astro, totalmente inesperado en la Galaxia, a los que denominamos **micro cuásares**. Estos objetos asocian dos aspectos de la Física Relativista: los agujeros negros de origen estelar, identificados por la radiación X y gamma que producen, y los chorros de partículas relativistas, puestos en evidencia por su emisión en la banda de radio. Además de constituir una sorprendente curiosidad, este descubrimiento ha puesto a disposición de los astrofísicos una serie de "laboratorios galácticos" para comprender mejor la génesis de los chorros relativistas a grandes distancias cósmicas (cuasares).

Los primeros indicios decisivos sobre la pista de los micro cuásares surgieron en 1990, cuando se puso en órbita el telescopio franco-soviético SIGMA de máscara codificada para rayos gamma. Las primeras observaciones del centro de nuestra Galaxia con dicho telescopio permitieron la detección de una posible fuente compacta de aniquilación de materia-antimateria. Dicho objeto fue bautizado por una editorial de la revista americana *Physics Today* bajo el nombre de "Gran Aniquilador". Nuestras observaciones en radio-ondas por medio de la técnica llamada interferometría revelaron en 1992 que el Gran Aniquilador está ubicado en el centro de una estructura de dos chorros bipolares que tienen una extensión total de 6 años luz. Esta estructura en radio es producida por electrones eyectados a velocidades cercanas a la de la luz desde las cercanías del agujero negro. Debido a que este objeto es una réplica en miniatura de las estructuras observadas en los cuasares, el Gran Aniquilador puede ser considerado un "microcuasar". Desde entonces se han descubierto varios candidatos a agujeros negros de masa estelar produciendo eyecciones de materia a velocidades cercanas a la de la luz.

Movimientos súper lumínicos

Desde hace cuatro décadas se habían observado en los cuasares desplazamientos de materia con velocidades aparentes mayores que la de la luz. Sin embargo las distancias extremas a las que se encuentran estos objetos introducían incertidumbres en la interpretación física y cosmológica de los fenómenos observados. Las observaciones de un micro cuásar llevadas a cabo en colaboración con el astrónomo mexicano Luis F. Rodríguez (quien ha recibido por este trabajo el Premio Nacional de Ciencias de México, 1995), nos condujo en 1994 al descubrimiento de la primer fuente súper-lumínica en la Vía Láctea. Este descubrimiento ha permitido resolver las ambigüedades en la interpretación física del fenómeno super-lumínico observado en los cuasares, derrumbar argumentos que habían sido esgrimidos contra la teoría del "Big Bang", y proponer por primera vez en astronomía un método para la determinación de distancias utilizando la teoría de la relatividad.

Formación de agujeros negros

El origen y los mecanismos físicos de formación de los agujeros negros son problemas no resueltos y de suma actualidad.

Con el fin de contrastar con observaciones los modelos teóricos, en 2001-02 he dirigido investigaciones para determinar los movimientos propios en el cielo de agujeros negros en sistemas binarios.

El primer trabajo en esta línea de investigación fue publicado en **Nature** el 13 de setiembre de 2001, el segundo en **Science** en 2003 y anunciados en comunicados de prensa de la NASA, ESA, y National Radio Astronomy Observatory.

Agujeros negros en los albores del universo

Actualmente se desarrollan investigaciones en la frontera común entre la astrofísica de altas energías y la cosmología. Concretamente, se ha propuesto que ha existido una evolución cósmica en la historia de formación de agujeros negros estelares y que estos deben haber cumplido un rol importante en la finalización de la “época oscura del universo” que habría ocurrido mil millones de años después del “Big Bang”. Las publicaciones sobre esta hipótesis realizadas en el año 2011 fueron motivo de una editorial en la revista **Nature** (News & Views, 7 de abril de 2011, paginas 47-48).

Galaxias infrarrojas ultra luminosas:

El descubrimiento en 1985 de galaxias muy luminosas en el infrarrojo por el primer satélite de astronomía infrarroja IRAS había causado una gran sorpresa. En efecto, la enorme luminosidad de estas galaxias equivalente a mil millares de veces la luminosidad del sol, es equivalente a la luminosidad de los cuásares, los objetos más energéticos del Universo. Las **galaxias infrarrojas ultra luminosas** emiten más del 95 % de la energía en el infrarrojo lejano (10-200 micrones).

Con el fin de conocer la fuente última de la enorme energía que emiten estos objetos, y su posible relación con los cuásares, en colaboración con el astrofísico D.B. Sanders estudiamos estos objetos con telescopios ópticos, de radio e infrarrojos. Descubrimos que estas fuentes formidables de radiación infrarroja son el resultado de verdaderas colisiones cósmicas entre galaxias espirales gigantes, como la nebulosa de Andrómeda y la Vía Láctea. Hemos descubierto que en la región central de la galaxia resultante del proceso de fusión se producen brotes colosales de formación de estrellas masivas, y que tales objetos podrían ser precursores de los misteriosos cuásares. Mis trabajos en esta area fueron comentados en la sección News and Views de **Nature** y en **Physics Today**. En 1988 fui beneficiario de la beca Guggenheim por las contribuciones que había realizado en el proceso que dio lugar al descubrimiento de estos objetos.

Galaxias enanas de marea

Las imágenes ópticas de galaxias ultra luminosas en el infrarrojo sugirieron la posibilidad de la formación de **galaxias enanas** a partir de los desechos eyectados al espacio intergaláctico durante la colisión. Como estos sistemas estelares son formados a partir de la materia lanzada al espacio intergaláctico por la acción de marea entre galaxias gigantes las he llamado “**galaxias enanas de marea**”. La existencia de estos objetos ha sido confirmada por observaciones recientes con el Telescopio Espacial Hubble, y en la actualidad son consideradas como laboratorios

para contrastar las teorías de formación de galaxias así como las teorías sobre la materia oscura. Las galaxias ultra luminosas y las galaxias enanas de marea son en la actualidad temas de reconocida importancia en la astronomía extra-galáctica.

GESTIÓN DE INSTITUCIONES CIENTÍFICAS

En el periodo 2004-2009 –con goce de licencia sin haberes del CONICET- fui Representante y Director de la oficina de Ciencias de los Observatorios Europeos en Chile (300 empleados, 300 contratistas). Como Representante estuve a cargo de las relaciones con el gobierno y universidades de Chile, y del desarrollo de la infraestructura para el proyecto ALMA. Como director de la Oficina de Ciencias (80 científicos) estuve a cargo de la animación científica y relación con los departamentos de astronomía de las universidades chilenas. Como tal estuve a cargo de la primer Escuela Latinoamericana Multi-temática de Astronomía (260 post-docs y estudiantes de tesis doctoral de 8 países). Al dejar esta función recibí de la Presidenta de CONICYT una distinción en la reunión anual de la Sociedad Chilena de Astronomía de 2009.

GESTIÓN DE PROYECTOS INSTRUMENTALES

LLAMA (Long Latin American Millimeter Array)

PROYECTO LATINOAMERICANO DE ASTRONOMIA

En 2007 propuse la posibilidad de **instalar a 4600 metros en Argentina, un radiotelescopio para ondas milimétricas y sub-milimétricas, a 180 kilómetros del Atacama Large Millimeter Array (ALMA)**. En 2008 este proyecto fue por unanimidad considerado de interés nacional por la asamblea de la Asociación Argentina de Astronomía. En Brasil esta idea forma parte de un documento sometido al CNPq que define los proyectos prioritarios en astronomía, el cual ha sido firmado por mas de 100 investigadores doctorados. Esta idea fue muy bien acogida ya que es una idea original en ciencias básicas con componentes de transferencia tecnológica, en un contexto de integración regional.

CTA-AGIS (Cerenkov Telescope Array)

PROYECTO GLOBAL DE ASTROFISICA DE ALTAS ENERGIAS

Este proyecto consiste en la instalación de 120 telescopios Cerenkov en una extensión de 10 km², con un financiamiento para construcción de 120 millones de euros por parte de Europa y de 100 millones de dólares por parte de Estados Unidos de América del Norte. Por mi experiencia como director de los Observatorios Europeos en Chile, recientemente la colaboración internacional de este proyecto me ha solicitado coordinar a nivel internacional el estudio de las condiciones atmosféricas, geofísicas, infraestructurales y políticas para el desarrollo de este observatorio en los

posibles países huésped que se postulan como candidatos para su instalación (Argentina, Africa del Sur, Chile, España, México, Namibia). La instalación de CTA/AGIS en Argentina otorgará continuidad a la comunidad científica y tecnológica que se ha consolidado en Argentina con el proyecto AUGER.