

## **CURRICULUM VITAE**

**Alejandro Cristian Raga**

### *Dirección laboral :*

Instituto de Ciencias Nucleares,

UNAM, Ap. 70-543, 04510 México D. F., México

teléfono : 56-22-46-72

correo electrónico : raga@nucleares.unam.mx

### *Dirección :*

San Francisco Figuraco 15

Coyoacán, D. F. 04000

teléfono : 56-58-95-41

### **Nacido**

- Enero 15, 1959

### **EDUCACION**

- Universidad de Buenos Aires, Argentina 1977-1982

- University of Washington, Seattle 1982-1985

### **TITULOS**

- Licenciado, Universidad de Buenos Aires, 1982

- Maestro, University of Washington, 1984

- Ph.D., University of Washington, 1985

### **EXPERIENCIA PROFESIONAL**

- Teaching Assistant, Astronomy Dep., Univ. of Washington (1982)

- Research Assistant, Astronomy Dep., Univ. of Washington (1983-1985)

- Post-doctoral Research Associate, Astronomy Dep., Univ. of Washington (1986-

1988)

- Instructor, Astronomy Department, Univ. of Washington (verano de 1987)
- Visiting scientist, Max-Planck-Institut für Astronomie (verano de 1988)
- Research Fellow, CITA, Univ. of Toronto (Noviembre 1988-Julio 1990)
- International NSERC Fellow, CITA, Univ. of Toronto (Agosto 1990-Junio 1991)
- Research Fellow, School of Mathematics, The University of Leeds (Julio 1991-Diciembre 1992)
- Enseignant Invité, Observatoire de Grenoble (1992-1994)
- Lecturer, Mathematics Department, UMIST (Enero 1993-Enero 1995)
- Investigador Titular C, Instituto de Astronomía, UNAM (Enero 1995-Abril 2001)
- Enseignant Invité, DEMIRM, Observatoire de Paris (1997)
- Enseignant Invité, DEMIRM, Observatoire de Paris (1999/2000)
- Investigador Titular C, Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM (Mayo 2001-)

#### **POSICIONES ADMINISTRATIVAS (Junio 2010)**

- Miembro de la Comisión Dictaminadora, Instituto de Astronomía, UNAM
- Miembro de la Comisión del PRIDE, Centro de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM
- Miembro de la Comisión Académica, Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM
- Miembro de la Comisión del PRIDE, Facultad de Ciencias, UNAM

#### **PREMIOS Y OTRAS DISTINCIONES**

- Premio de la Academia Mexicana de Ciencias (área de Ciencias Exactas), 1998.
- Fellow de la John Simon Guggenheim Memorial Foundation, 2000/2001.
- Premio “Scopus”, 2008 (de la editorial Elsevier).
- Medalla “Marcos Moshinsky”, 2009 (del Instituto de Física, UNAM),

## **ORGANIZACIÓN DE CONGRESOS**

- “Shocks in astrophysics”, Manchester, Reino Unido (enero, 1995)
- “Current and future problems in Herbig-Haro objects”, D. F., México (febrero, 1998)
- “Emission lines in jet flows”, Isla Mujeres, México (noviembre, 2000)
- “Joint discussion: astrophysical outflows” (en el IAU General Assembly), Rio de Janeiro, Brasil (agosto, 2009)

## **OTRAS ACTIVIDADES PROFESIONALES**

- Árbitro regular de las publicaciones : Astrophysical Journal, Astrophysical Journal Letters, Monthly Notices of the R.A.S., Astronomy and Astrophysics, Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica
- Miembro del “comité organizador científico” de diversos congresos sobre temas relacionados con formación estelar

## **SUPERVISION DE ESTUDIANTES**

### *Tesis de licenciatura*

- Sergio Mendoza (1995, UNAM), titulada “Interacción hidrodinámica de un viento estelar con un flujo de acreción”, en colaboración con J. Cantó.
- Yves Gouvrit (2003, UNAM), titulada “Dinámica de estrellas múltiples en una nube molecular”.

### *Tesis de maestría*

- Sang-Hee Kim (1991, University of Toronto), titulada “The time-dependent collimation of stellar winds”, en colaboración con P. Martin.
- Dulce González (2004, UNAM), titulada “Análisis de Imágenes y simulaciones de objetos Herbig-Haro por medio de la técnica de wavelet”.

### *Tesis de doctorado*

- Susana Biro (1994, University of Manchester), titulada “Numerical simulations of time-

dependent Herbig-Haro jets”, en colaboración con J. Dyson.

- Andrew Lim (1995, UMIST), titulada “Balmer emission profiles of multi-component non-radiative shocks”.
- Luis López Martín (2000, UNAM), titulada “Microestructuras y eyecciones colimadas en nebulosas planetarias”.
- Sandra Ayala (2001, UNAM), titulada “Condiciones físicas en flujos de gas de estrellas jóvenes de baja masa”.
- Fabio De Colle (2005, UNAM), titulada “Simulaciones MHD de jets y discos de estrellas jóvenes”.
- Primoz Kajdic (2008, UNAM), titulada “Observaciones y modelos de objetos Herbig-Haro”.
- Verónica Lora (UNAM, cotutor junto con J. Sánchez Salcedo del Inst. de Astronomía), titulada “Modelos de N-cuerpos+hidrodinámica de estructuras de galaxias”.

#### *Supervisiones de tesis en progreso*

##### *Tesis de doctorado*

- Dulce González (UNAM, sexto semestre de su trabajo de tesis, cotutor junto con Xochitl Blanco del Inst. de Geofísica), titulada “Análisis de wavelets de estructuras coronales”.

#### *Otras actividades académicas en la UNAM*

- Sinodal de los exámenes generales del posgrado de astronomía (9 veces)
- Sinodal de examen de maestría (3 veces)
- Sinodal de examen de doctorado (12 veces)

## **CURSOS IMPARTIDOS**

#### *Cursos de Licenciatura*

- Astronomy 102 (2 veces, Astronomy Dep., Univ. of Washington)
- Introductory Mathematics (1 vez, Mathematics Dep., UMIST)

- Statistical Mechanics (2 veces, Mathematics Dep., UMIST)
- Introduction to Astrophysics (2 veces, Mathematics Dep., UMIST)
- Stellar Structure (1 vez, Mathematics Dep., UMIST)

#### *Cursos de Maestría*

- Procesos Radiativos (1 vez, astronomía, UNAM)
- Materia Interestelar (9 veces, astronomía, UNAM)
- Atmósferas estelares (1 vez, astronomía, UNAM)
- Dinámica del medio interestelar (1 vez, astronomía, UNAM)
- Seminario de investigación (7 veces, astronomía, UNAM)
- Temas selectos de astronomía : jets astrofísicos (2 veces, astronomía, UNAM)
- Temas selectos de astronomía : hidrodinámica numérica (2 veces, astronomía, UNAM)
- Astrofísica (1 vez, posgrado de física, UNAM)

#### *Otros cursos*

- Hidrodinámica numérica : ideas básicas y programación. Este curso fué dictado en colaboración con A. Esquivel (ICN) en el semestre 2007-I, como parte de las actividades del macroproyecto de “cómputo en la UNAM”, y contó con la participación de alumnos de todos los niveles.

## FORMACION DE GRUPOS

### *1. Trayectoria de los estudiantes*

Los seis doctores que se han graduado bajo mi supervisión han tenido las siguientes trayectorias laborales:

- Susana Biro : trabajó por un período de 3 años como Investigador Asociado C en el Instituto de Astronomía (UNAM), y luego se trasladó al Universum para hacer divulgación científica,
- Andrew Lim : desde su graduación ocupó plazas de postdoc en el University College London y en la University of Leeds (Reino Unido). Desde hace 3 años tiene una plaza de research fellow en el Dublin Institute of Advanced Studies (Irlanda),
- Sandra Ayala : desde su graduación tuvo una plaza de “astrónomo residente” en el Observatorio Astronómico Nacional (UNAM), una plaza de postdoc en el Instituto de Astronomía de Andalucía (Granada, España), y es hoy en día postdoc en el CRyA-UNAM (Morelia),
- Luis López : primero tuvo una posición de postdoc en el Observatoire de Paris (Francia), y luego posiciones de postdoc y de astrónomo residente en el Instituto Astrofísico de Canarias (España),
- Fabio de Colle : trabaja como postdoc en Lick Observatory, University of California, Santa Cruz (USA),
- Primoz Kajdic : trabaja como postdoc en el Instituto de Geofísica (UNAM)
- Verónica Lora : trabaja como postdoc en el Rechen-Institut Zentrum für Astronomie (Univ. de Heidelberg)

### *2. Grupo de plasmas astrofísicos en el Instituto de Ciencias Nucleares*

Dentro del Departamento de Plasmas, tenemos un grupo que trabaja sobre flujos astrofísicos. Este grupo involucra a 5 investigadores (Pablo Velázquez, Alejandro Esquivel,

Julio Martinell, Rafael Navarro, Antígona Segura y yo).

En este momento son postdocs en nuestro grupo Ary Rodríguez (doctorado en el INAOE) y Diego López Cámara (doctorado en la UNAM).

En colaboración con investigadores de otras dependencias de la UNAM (en particular, el IA, CRyA y CCADET) y con investigadores de otras instituciones, nuestro grupo publica más de 20 artículos por año en temas relacionados con formación estelar, regiones fotoionizadas, astrofísica extragaláctica, supernovas, planetas y plasmas de laboratorio.

## RESUMEN DE LAS PUBLICACIONES CIENTIFICAS Y DE LAS CITAS

### *Análisis de las citas*

Una búsqueda de citas en el “Astrophysics Data Service” da un número de 5637 citas a mis artículos arbitrados y de 238 citas a mis artículos no arbitrados (un total de 5875 citas).

Considerando mi número actual de 237 artículos arbitrados publicados (uno sólo de los cuales no aparece en la base de datos del ADS), se obtiene un número de 23.8 citas por artículo arbitrado.

La búsqueda de citas en el “Astrophysics Data Service” (incluyendo todos los artículos) también da un “parámetro  $h$ ” de 41. La definición dada en la “wikipedia” del parámetro  $h$  es : *a scientist has index  $h$  if  $h$  of his  $N_p$  papers have at least  $h$  citations each, and the other  $(N_p - h)$  papers have at most  $h$  citations each. In other words, a scholar with an index of  $h$  has published  $h$  papers with at least  $h$  citations each.*

En el artículo de Hirsch (2005, PNAS 102, 16569), también se define el parámetro  $m = h/t_{invest}$ , donde  $h$  es el “parámetro  $h$ ” (ver el párrafo anterior) y  $t_{invest}$  es el tiempo (en años) durante el que el investigador ha publicado. Como mi primer artículo fue publicado en el 06/1985, tengo  $t_{invest} \approx 2010.5 - 1985.5 = 25$ . De esto obtengo  $m = 41/25 = 1.64$ .

Este valor de  $m$  me coloca en la categoría *ii.* de Hirsch (2005, PNAS 102, 16569), quien evalúa que “*a value of  $m \approx 2$  characterizes outstanding scientists, likely to be found only at the top universities or major research laboratories*”. Mientras el parámetro  $h$  es una función creciente del tiempo para un investigador dado, el parámetro  $m$  es una estimación de la productividad del investigador (no dependiente en forma directa de la acumulación total del trabajo producido).

### *Artículos en revistas arbitradas*

En este momento tengo publicados 237 artículos arbitrados. Dado que mi primer



artículo fue publicado en 1985, esto daría una tasa de aproximadamente 9.5 artículos (en revistas arbitradas) por año, pero durante los últimos 5 años (2005-2009), mi tasa de publicación es de 11.6 artículos (arbitrados) por año. Los artículos arbitrados publicados desde 1985 hasta mediados de 2010 tienen un total de 5637 citas (ADS), lo cual da una tasa promedio de 23.8 citas por artículo.

#### *Artículos en la Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*

En el área de astronomía y astrofísica hay un conjunto de revistas que uno podría calificar de “primer rango” (formado por: *Astrophysical Journal*, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, *Astronomical Journal*, *Publications of the Astronomical Society of Japan* y *Astronomy & Astrophysics*), con factores de impacto entre 4 y 6. El factor de impacto de 1.8 (2008) de la RMxAA la coloca dignamente dentro de las revistas de “segundo rango” (con factores de impacto entre 1 y 4, incluyendo *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, *Publications of the Australian Astronomical Society*, *Acta Astronomica*, *New Astronomy*).

Dada su relativamente buen desempeño, siempre he sido de la opinión que vale la pena apoyar a la RMxAA (como única revista de astronomía tanto mexicana como latinoamericana de buen impacto).

En particular, he publicado 41 artículos en la RMxAA, los cuales han recibido 461 citas. Esto da un promedio de 11.2 citas por artículo, lo cual es aproximadamente un factor 2 menor que las citas/artículo arbitrado de mi producción total.

#### *Artículos en memorias de conferencias*

Tengo publicados 57 artículos de “pláticas contribuidas” y 25 artículos de reseña, con un número total de 238 citas.

#### *Artículos como primer autor*

Soy primer autor de 86 de mis 237 artículos arbitrados. Estos artículos tienen 2159

citas, lo cual da una tasa promedio de 25.1 citas por artículo arbitrado (un poco mayor que la tasa promedio de citación de todos mis artículos arbitrados).

Soy primer autor de mis 2 artículos más citados (Raga & Cabrit 1993, A&A 278, 267; Raga et al. 1990, ApJ, 364, 601).

### *Autocitas*

Los números de citas dados aquí son del “Astrophysics Data Service” de la NASA (ver los listados de citas adjuntos), e incluyen autocitas. Usando la opción de “exclude self-citations” de esta base de datos, estimo que aproximadamente 25% del total de mis citas son autocitas.

## **PRODUCCION EN LA UNAM (1995-2010)**

Dado que obtuve mi grado de doctor en 1985, el período en el que he trabajado en la UNAM representa más de la mitad de mi carrera como investigador.

De mis 7 alumnos de doctorado ya graduados, 5 han sido en la UNAM.

Respecto a mi producción durante el período en el que he trabajado en la UNAM (o sea, desde principios de 1995), he publicado 189 artículos arbitrados (50 como primer autor), los cuales han recibido un total de 3107 citas. Esto da una tasa promedio de 16.4 citas por artículo (la cual es menor que la tasa promedio de todos mis artículos juntos, probablemente como resultado de la relativa juventud de los artículos de este período), y una tasa de publicación de 12 artículos arbitrados por año.

Estos 189 artículos arbitrados representan el 80 % de toda mi producción. Esto representa un incremento de un factor de  $\approx 2$  respecto de mi tasa de publicación en los 10 años anteriores de mi carrera. Este incremento es debido en parte a la gran facilidad para dedicarse a la investigación que otorga una plaza de investigador de la UNAM, al muy buen apoyo que he recibido de proyectos de DGAPA y del CONACyT, y a los excelentes colaboradores que he tenido aquí.

Finalmente, en el período en el que he pertenecido a la UNAM, he recibido el Premio de la Academia Mexicana de Ciencias (área de Ciencias Exactas, 1998), he sido Fellow de la John Simon Guggenheim Memorial Foundation (2000/2001), he recibido el premio Scopus (2008) a la producción científica y he recibido la medalla Marcos Moshinsky (2009).

Querría también decir que durante los últimos 10 años he asistido a muy pocos congresos debido a limitaciones familiares.

## **CODIGOS DESARROLLADOS**

Una componente importante de mi trabajo ha sido el desarrollo de códigos para realizar cálculos de dinámica de gases y de transporte radiativo.

- 1982-1986 : código de choques radiativos plano-paralelos
- 1982-1990 : código general para el cálculo de la emisión de flujos arbitrarios
- 1986-1987 : código general “MAC2D”
- 1988-1990 : código dinámico de atmósferas estelares pulsantes
- 1990-1991 : código de flujos supersónicos parabólicos
- 1993-1998 : código general de red adaptiva “Coral”
- 1999-2009 : código de red adaptativa 2/3D “yguazú-a”
- 2009-2010 : códigos de malla fija y de malla adaptative para máquinas con memoria distribuida.

Los dos códigos principales que he desarrollado han sido el Coral y el yguazú-a. Distintas versiones de estos códigos han producido un número considerable de artículos arbitrados durante muchos años (ver gráfica en la página siguiente).

El tener códigos desarrollados localmente nos ha permitido la flexibilidad necesaria para atacar un amplio conjunto de problemas. También, esto nos ha permitido formar estudiantes con competencias tanto científica como de programadores científicos.

En este momento estamos desarrollando nuevos códigos (de mallas fijas y adaptativas para máquinas de memoria distribuida) que son nuestras nuevas herramientas para usar en la próxima década.

## **CONTRIBUCION MAS IMPORTANTE**

Sin ninguna duda, la contribución más importante de mi trabajo ha sido el desarrollo de la teoría de chorros hipersónicos eyectados por fuentes variables. Nuestro primer artículo en este tema (proponiendo la creación de estructura en un chorro mediante una variabilidad en la velocidad de eyección) fue publicado en 1990, y tiene 169 citas. A partir de este artículo, hemos publicado aproximadamente 20 artículos (el último todavía en prensa) sobre modelos analíticos y numéricos de jets de velocidad variable, y sobre aplicaciones de estos modelos a objetos astrofísicos específicos. En estos artículos han colaborado aproximadamente 20 distintos investigadores (nacionales y extranjeros).

Varios otros grupos han también seguido la idea originalmente propuesta en nuestro artículo de 1990, y han explorado distintos aspectos del problema de jets hipersónicos con velocidad de eyección variable. Los grupos principales que han trabajado en este tema son :

- el grupo liderado por M. Smith (Univ. of Kent, Reino Unido), el cual ha publicado aproximadamente 20 artículos en el tema,
- el grupo liderado por A. Frank (Univ. of Rochester, USA), publicando aproximadamente 10 artículos en el tema,
- el grupo liderado por A. Ferrari (Univ. di Torino, Italia), publicando aproximadamente 10 artículos en el tema.

Aparte de los artículos de estos grupos, hay de orden 100 otros artículos que adaptan y/o aplican el formalismo de jets de eyección variable a distintos objetos astrofísicos (incluyendo jets de estrellas jóvenes, de estrellas simbióticas, extragalácticos, nebulosas planetarias y destellos de rayos gama). Los números de artículos citados aquí se refieren a artículos arbitrados, y sólo incluyen artículos sobre la teoría de jets de fuentes variables.

Que yo tenga conocimiento, se han concluido 8 tesis de doctorado (3 en nuestro grupo, y 5 en otros grupos) con énfasis en el tema de la teoría de los jets de fuentes variables:

- S. Biro (1994, Univ. of Manchester, bajo mi dirección),
- F. de Colle (2006, UNAM, bajo mi dirección),
- P. Kajdic (2008, UNAM, bajo mi dirección),
- J. Stone (1993, Univ. of Illinois, bajo la dirección de M. Norman),
- G. Suttner (1996, Univ. Würzburg, bajo la dirección de H. Yorke y M. Smith),
- R. Völker (1997, Univ. Würzburg, bajo la dirección de H. Yorke y M. Smith),
- A. Cerqueira (1998, Univ. de São Paulo, bajo la dirección de E. de Gouveia Dal Pino),
- O. Tesileanu (2009, Univ. di Torino, bajo la dirección de S. Massaglia).