

dades de los SSC para encasillar M82 como patrón de referencia de las características necesarias para desarrollar los supervientos galácticos.

NGC 253 tiene una población de SSC en su *starburst* menor que M82, sólo 48 SSC aunque con las mismas propiedades físicas. Además hemos detectado en el infrarrojo lejano un halo de polvo frío que se extiende a grandes distancias del disco lo que impide que el material expulsado por el *starburst* alcance el medio intergaláctico.

Por otro lado, NGC 4631 tiene distribuida la formación estelar a lo largo de todo el disco de la ga-

laxia. Los SSC son diferentes que los SSC de M82 y NGC 253, no son compactos, tienen masas similares pero repartida en un radio mayor. Además los SSC están muy separados entre sí. El material producido por los brotes de formación estelar está contenido en el halo de la galaxia en estructuras de burbujas.

También se discuten otros aspectos como son el impacto del *starburst* en las galaxias, la historia de la formación estelar en M82 y el desenlace de la historia de la formación estelar en las tres galaxias, entre otros.

## LINEAR AND NON-LINEAR KELVIN-HELMHOLTZ INSTABILITIES IN RELATIVISTIC FLOWS. APPLICATION TO EXTRAGALACTIC JETS.

Manuel Perucho Pla

perucho@mpifr-bonn.mpg.de

Tesis doctoral dirigida por José María Martí Puig

Centro: Universitat de València

Fecha de lectura: 13 de junio de 2005

Las inestabilidades Kelvin-Helmholtz (KH) se desarrollan en la interfase que separa dos fluidos en movimiento relativo a partir de pequeñas perturbaciones. Esta circunstancia se da claramente en la transición entre los chorros relativistas extragalácticos y el medio que les rodea. A este tipo de inestabilidades se asocia, por ejemplo, la carga de materia fría del medio externo, que destruye los chorros a escalas del kiloparsec en las radiogalaxias FRI, o las estructuras helicoidales observadas en los chorros de escala del parsec. Aunque se han realizado muchos trabajos en el desarrollo lineal, poco o nada se puede encontrar en la literatura hasta finales de los años 90 sobre la estabilidad de los chorros relativistas. Esta tesis doctoral se planteó desde el objetivo de analizar de manera exhaustiva el desarrollo y propiedades de este tipo de inestabilidades en fluidos relativistas, en función de los parámetros físicos del sistema, y teniendo en cuenta la aplicación astrofísica del trabajo. Para ello usamos un código numérico de hidrodinámica relativista en dos dimensiones.

En primer lugar se realizó un estudio del desarrollo de una perturbación determinada, de la que conocíamos las propiedades a partir de la solución del problema lineal, en el caso de un chorro separado del medio externo por una discontinuidad (*vortex sheet approximation*). Este estudio se realizó para una serie de casos barriendo cerca de cuatro órdenes de magnitud en energía interna es-

pecífica ( $0,07 - 60c^2$ ) y factores de Lorentz entre 5 y 20 para fluidos en simetría plana y en equilibrio de presiones con el medio. Ello nos permitió estudiar la respuesta del código a las perturbaciones respecto a la teórica, y si podíamos confiar en los resultados de la fase no lineal de dicho código. Posteriormente, y una vez confirmada esta capacidad del código, se estudió el desarrollo no lineal de las inestabilidades en los chorros. Como resultado, pudimos caracterizar la evolución de una perturbación en un fluido relativista en tres fases: 1) Fase lineal, en la que la inestabilidad crece pero sus efectos no son detectables en la estructura del chorro. 2) Fase de saturación, en la que las perturbaciones en velocidad dejan de crecer debido a que alcanzan, en el sistema de referencia del fluido, el límite físico de la velocidad de la luz. En esta fase las perturbaciones se hacen evidentes en la estructura del chorro, y las ondas empiezan a desarrollar choques internos. 3) Fase no lineal, donde, tras la saturación y el desarrollo de choques se produce una mayor transferencia de momento lineal entre el chorro y el medio externo y se produce mezcla y carga de material por parte del primero. En esta fase los chorros pueden ser decelerados y desarrollar turbulencia en las zonas de mezcla.

En una segunda parte, se estudió la influencia de la presencia de una transición continua entre chorro y medio externo (*shear layer*) en el desarrollo de las inestabilidades. Para ello se utilizaron unas condi-

ciones iniciales menos restrictivas que las anteriores, incluyendo diversas perturbaciones simétricas y antisimétricas. En la solución del problema lineal se destacó de la presencia de modos resonantes de longitudes de onda corta, y con ritmos de crecimiento mayores que los modos de longitudes de onda más largas. En algunas simulaciones, principalmente en los chorros con factores de Lorentz más altos, estos modos llegan a dominar el crecimiento de las perturbaciones. Su efecto es muy importante en el desarrollo de la fase no lineal, de manera que en aquellos sistemas en que no aparecen, los choques, la transferencia continua de momento y la carga de material destruyen el chorro inicial, mientras que si los modos resonantes dominan la evolución, éstos se mantienen colimados y rodeados por una transición de material caliente y más lento que protegen una parte central más rápida del medio externo.

Finalmente se estudiaron dos aplicaciones astrofísicas de nuestro trabajo. A partir de los resultados de un estudio lineal de observaciones del chorro de escala del parsec en el quásar 3C 273 (Lobanov & Zensus 2001, *Sci*, 294, 128), se realizaron dos simulaciones en tres dimensiones en las que se estudió el desarrollo de inestabilidades con el fin de ser comparado con los resultados teóricos ci-

tados. El objetivo era estudiar de qué forma este tipo de estudios nos pueden ayudar a entender la física que subyace en las estructuras observadas. En segundo lugar se realizó una simulación basada en las observaciones y modelización del chorro de la radiogalaxia FRI 3C 31 (Laing & Bridle 2002, *MNRAS*, 336, 1161) en la que se analizó la evolución del mismo, comparándola con el modelo y las observaciones citadas.

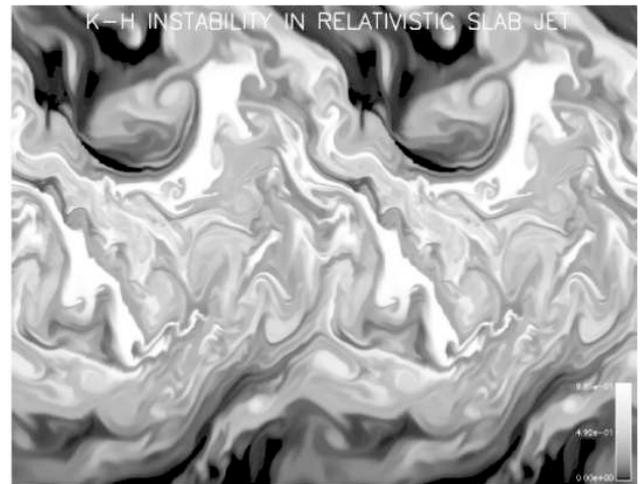


Figura 1 — Imágen de mezcla turbulenta en la fase no lineal.

## INTERACCIÓN DEL MATERIAL EXPULSADO EN LAS EXPLOSIONES DE SUPERNOVA CON DIFERENTES TIPOS DE ESTRELLAS ACOMPAÑANTES

Nuria Serichol Augué

nuria.serichol@upc.edu

**Tesis doctoral dirigida por** Domingo García Senz  
**Centro:** Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)  
**Fecha de lectura:** 21 de junio de 2005

A lo largo de toda la tesis se han presentado los resultados de una serie de simulaciones numéricas que trataban el problema de la interacción de la materia expulsada en la explosión de una supernova de tipo Ia (SNIa) con diversos tipos de estrellas acompañantes. Estas simulaciones se han realizado utilizando un método hidrodinámico, llamado *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH), el cual permite trabajar en tres dimensiones y puede seguir la evolución de sistemas autogravitantes con geometrías arbitrarias. Nuestros cálculos han sido comparados, en la mayoría de los casos, con los trabajos realizados por Marietta, Burrows & Fryxell

(2000) y también con los resultados analíticos de Wheeler, Lecar & McKee (1975).

Los modelos de explosión de supernova adoptados son: una deflagración, una detonación retardada, una explosión de enana blanca por debajo de la masa límite de Chandrasekhar (conocida como sub-Chandrasekhar), todas ellas son simulaciones realizadas suponiendo simetría esférica y por último, y más novedoso se ha utilizado un modelo de supernova calculado en tres dimensiones. De la misma manera los modelos de estrella acompañante que se han utilizado en los cálculos son estrellas de tipo solar o gigante roja. Estos modelos serían