

NEWCOMPSTAR

EXPLORANDO LA FISICA
FUNDAMENTAL CON
ESTRELLAS COMPACTAS

2014 – 2017

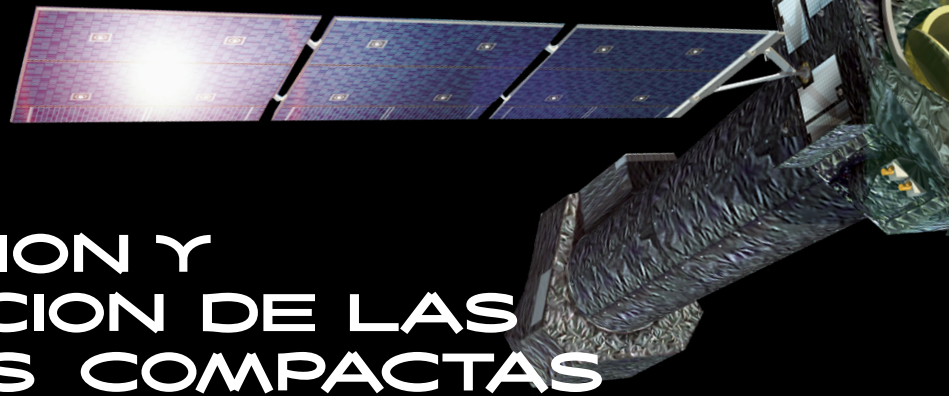


Las estrellas compactas, como las estrellas de neutrones, las estrellas extrañas o las estrellas híbridas, son laboratorios únicos que nos permiten estudiar los constituyentes de la materia y sus interacciones en regímenes que no pueden alcanzarse en los laboratorios terrestres. Estos objetos excepcionales han permitido descubrimientos en física nuclear y subnuclear, cromodinámica cuántica, relatividad general y astrofísica de altas energías.

La próxima generación de observatorios y detectores de ondas gravitacionales permitirá nuevos descubrimientos innovadores y fundamentales complementarios a los logrados a través de las instalaciones experimentales nucleares y subnucleares.

La acción COST MP1304 Explorando la física fundamental con estrellas compactas (NewCompStar) ha reunido a los principales expertos en astrofísica, física nuclear y física gravitacional para abordar esta fascinante y estimulante área de investigación mediante un enfoque interdisciplinario. Además de una agenda de investigación innovadora y bien definida, esta acción ha desarrollado un programa de aprendizaje destinado a una nueva generación de científicos que han adquirido una amplia experiencia y múltiples habilidades y así mismo ha facilitado la transferencia de conocimiento y la innovación.

Fig. 1 – El satélite XMM-Newton de la Agencia Espacial Europea (ESA) es un observatorio espacial de rayos X. Crédito de la imagen: Spacecraft Icons at NASA Science



1. OBSERVACION Y MODELIZACION DE LAS ESTRELLAS COMPACTAS

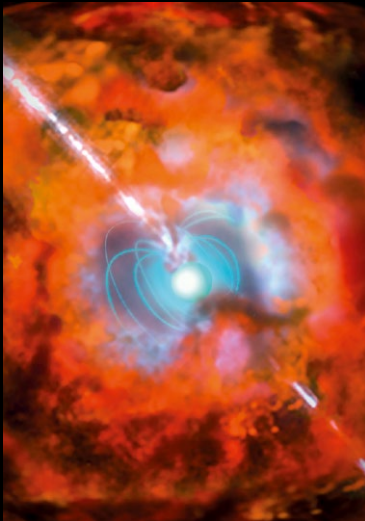


Fig. 2 – Estallidos de rayos gamma y magnetares. Los Estallidos de rayos gamma (GRBs en inglés) son los eventos más violentos en el Universo. Hoy sabemos que el Los GRB “largos” están asociados a la muerte de estrellas masivas, mientras que los “cortos” son más probablemente debidos a eventos de fusión de objetos compactos antiguos (estrellas de neutrones y / o agujeros negros). Impresión del artista de una supernova y la explosión asociada de rayos gamma impulsada por un magnetar que gira rápidamente, una estrella de neutrones con un campo magnético muy fuerte. Crédito de la imagen: ESO (<http://www.eso.org/public/images/eso1527a/>)

Recientemente nuestro conocimiento de la astrofísica de estrellas compactas ha experimentado avances muy substanciales gracias a la disponibilidad de nuevos telescopios y observatorios espaciales. El uso de estos instrumentos ha sido crucial para nuestra comprensión de las estrellas compactas. Además, los instrumentos planeados (por ejemplo, FAST es el radiotelescopio de plato único más grande del mundo, LOFT con su nuevo modelo de perfil de pulso y SKA con su sensibilidad muy alta) nos proporcionarán abundante y nueva información sobre las estrellas compactas.

Mediante una interacción cercana entre los grupos teóricos y de observación, esta Acción ha desarrollado un enfoque global para las diversas manifestaciones de las estrellas de neutrones, teniendo en cuenta tanto la microfísica como la modelización teórica del espacio-tiempo.

El objetivo final de la Acción ha sido vincular los diversos resultados, en parte contradictorios, en un enfoque que utiliza observaciones de radio, rayos X y rayos gamma, y contrastarlas con las predicciones teóricas (por ejemplo, simulaciones hidrodinámicas y magnetohidrodinámicas de estrella de neutrones, modelos de glitches, procesos de emisión, modelos atmosféricos y magnetosféricos, simulaciones de supernova) y sus implicaciones (a través de la síntesis de la población de estrellas de neutrones).

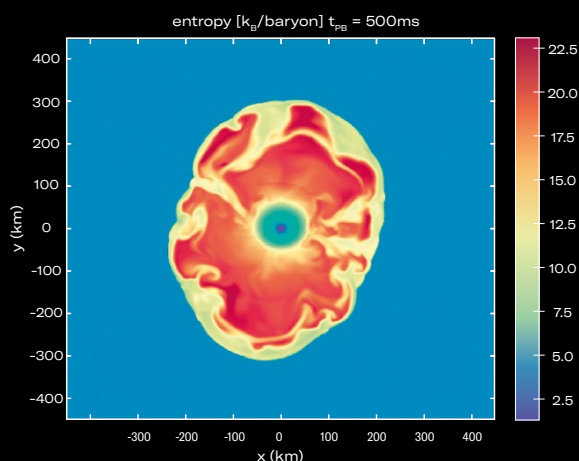


Fig. 3 – Supernovas de colapso nuclear: fascinantes fuegos artificiales cósmicos. Instantánea de una simulación supernova de colapso central tridimensional. Se muestra la entropía por barión al inicio de la explosión para los 1000 km más internos de la supernova. Crédito de la imagen: K. Ebinger, O. Heinemann, M. Liebendörfer

2. FISICA DE LA INTERACCION FUERTE: TEORIA Y EXPERIMENTO

Las estrellas compactas y los procesos astrofísicos observados relacionados con ellas, restringen rigurosamente las propiedades de la materia hadrónica densa y caliente, como son por ejemplo la ecuación de estado, la superfluidez, los coeficientes de transporte y los parámetros de elasticidad. Probar la materia que interactúa fuertemente en condiciones extremas requiere reunir expertos en Cromodinámica Cuántica de baja energía y en teorías de muchos cuerpos. De hecho, uno de los principales problemas teóricos es que la teoría que describe la interacción y la dinámica de quarks y gluones, la Cromodinámica Cuántica, no es perturbativa en los regímenes de interés para estrellas compactas. Además, los efectos de muchos cuerpos, como el emparejamiento o el comportamiento colectivo, hacen que el diagrama de fases de la materia hadrónica sea muy rico y, al mismo tiempo, complicado de describir.

La relación entre los experimentos en física nuclear y la física de estrellas compactas no es sencilla, pero la sinergia novedosa entre estos experimentos y las observaciones astronómicas de estrellas compactas, que ha estado en el corazón de la Acción, impactará en todos los modelos teóricos de estrellas compactas.

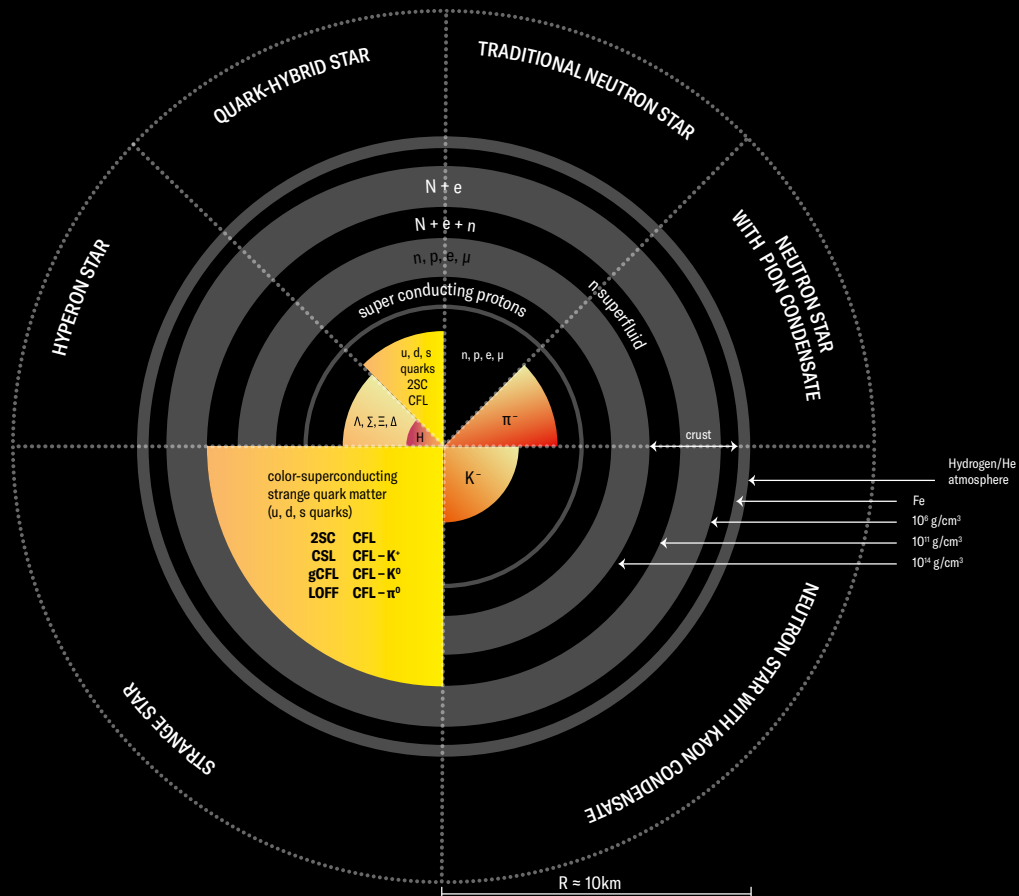


Fig. 4 – ¿De qué están hechas las estrellas de neutrones? Algunas de las predicciones teóricas sobre la materia existente dentro de las estrellas de neutrones. Crédito de la imagen: F. Weber

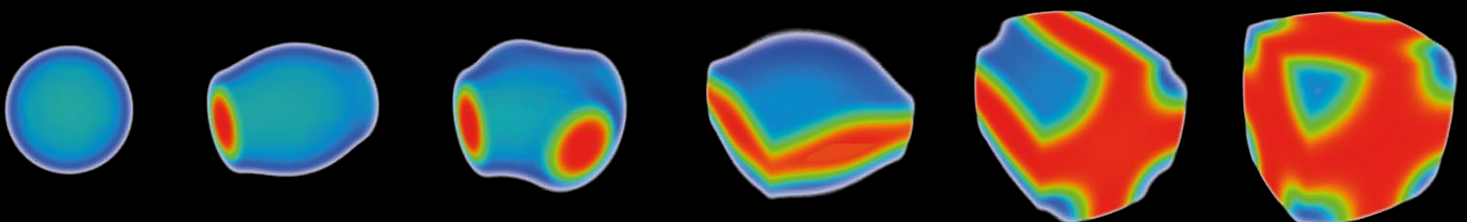


Fig. 5 – ¿Cuán compleja es la corteza de una estrella de neutrones? La corteza interior está formada por una red de estructuras deformadas con formas exóticas, llamadas fases de "pasta", inmersas en un fluido de neutrones y un gas de electrones relativista. Estas fases de pasta nuclear tienen formas que van desde estructuras esféricas a barras, láminas, tubos y burbujas de materia nuclear. La búsqueda de signos observacionales de estas fases fue uno de los desafíos de la Acción. Crédito de la imagen: H. Pais y J. Stone

3. FISICA GRAVITACIONAL: TEORIA Y OBSERVACIONES

Los fuertes campos gravitacionales de las estrellas de neutrones convierten a estos objetos en fuentes potencialmente detectables de ondas gravitatorias, como miembros de sistemas binarios, y como emisores individuales cuando se producen en una supernova de colapso central, cuando colapsan en un agujero negro o sufren cualquier tipo de oscilación no esférica. De hecho, el inspiral y la coalescencia de los sistemas binarios de estrellas de neutrones (ya sea como sistemas de estrellas de doble neutrón o cuando se considera la presencia de un agujero negro) son candidatos para la detección de ondas gravitatorias por la red de detectores LIGO / Virgo. Su observación proporcionará información importante en la gravedad de campo fuerte, la ecuación de estado y el origen de estallidos cortos de rayos gamma.

La fusión de sistemas binarios de estrellas de neutrones emite ondas gravitacionales que dependen de la masa, la relación de masa y la ecuación de estado. El modelado numérico de las formas de onda emitidas es esencial para una detección exitosa.

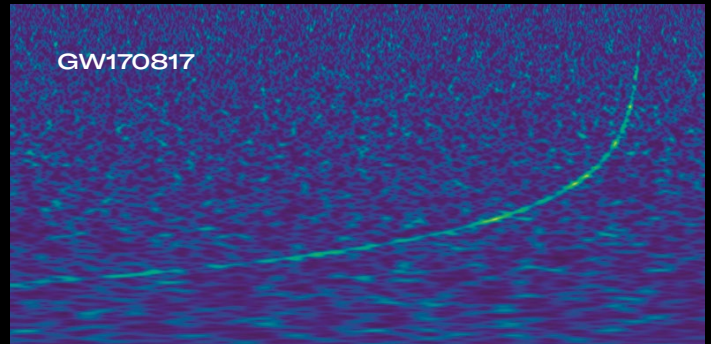


Fig. 6 – Los datos de LIGO muestran el sonido producido cuando las dos estrellas de neutrones se funden. Crédito de la imagen: LIGO

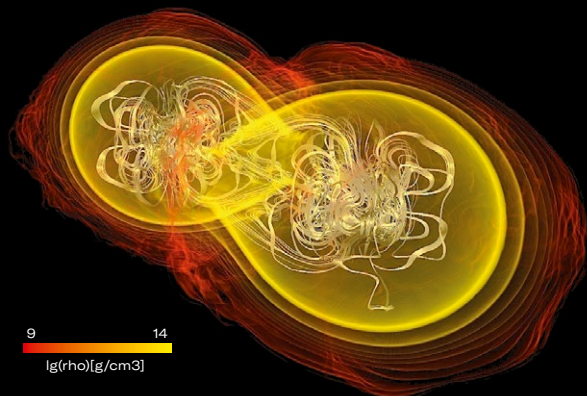


Fig. 7 – Fusión de un sistema binario de estrellas de neutrones magnetizadas. Se muestra la densidad de masa de reposo y las líneas de campo magnético en el momento de la fusión. Crédito de la imagen: FIAS/GU/AEI

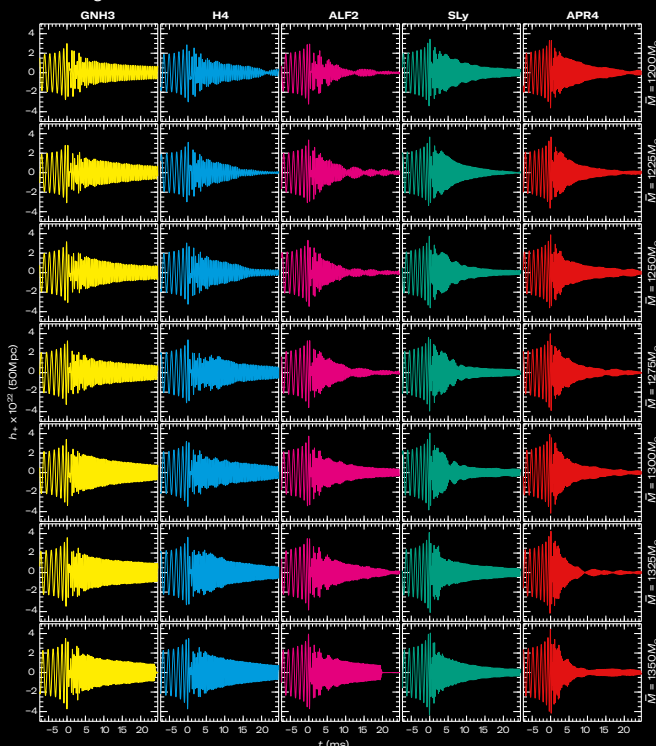


Fig. 8 – Formas de onda gravitacionales predichas para la fusión de sistemas binarios de estrellas de neutrones. Los diferentes colores se refieren a diferentes ecuaciones de estado, mientras que las columnas diferentes se refieren a diferentes masas de los binarios.

cost
EUROPEAN COOPERATION
IN SCIENCE & TECHNOLOGY

COST Association AISBL
Avenue Louise 149, 1050 Brussels, Belgium
T +32 (0)2 533 3800, F +32 (0)2 533 3890
office@cost.eu, www.cost.eu



COST is supported by
the EU Framework Programme Horizon 2020

LA RED

29 países han participado en NewCompstar además de 4 instituciones de 2 países definidas como Instituciones de Países Vecinos y 3 instituciones consideradas como Instituciones Internacionales de Países Asociados

PAISES PARTICIPANTES

Austria, Bélgica, Bulgaria, Croacia, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Israel, Italia, Malta, Países Bajos, Noruega, Polonia, Portugal, Rumanía, Serbia, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Turquía, Reino Unido

PAISES VECINOS

Instituciones
IOFFE, JINR Dubna, MEPHI,
Sternberg Astronomical Institute
and Yerevan State University

PAISES ASOCIADOS

Instituciones
Monash University,
University of Melbourne
and Kent State University

Acción COST NewCompstar

L. Rezzolla (Chair), P. Pizzochero (Vice-Chair)

Comité Directivo

G. Barnafoldi, F. Burgio, M. Chernyakova,
V. Ferrari, J. A. Font, I. Jones, P. Haensel,
P. Pizzochero, C. Providência, M. Oertel,
N. Rea, L. Rezzolla, A. Sedrakian, I. Vidaña

<https://compstar.uni-frankfurt.de>

Crédito de la foto de la cubierta

Rayos X: NASA/CXC/SAO; Optical: NASA/STScI;
Infrarrojo: NASA/JPL/Caltech; Radio: NSF/NRAO/VLA;
Ultravioleta: ESA/XMM-Newton

Imprimido en Estúdio Gráfico 21, Portugal 2017
Graphic design & Typeface by Bürocratik