Mediados los 90, se empezaba a intuir que la expansión de la fuente de radio tenía que afectar a su anfitriona mediante interacciones. Los primeros estudios sobre interacción se centraron en el gas ionizado. Se vio que el gas estaba alineado con la fuente de radio y que esta controlaba la cinemática de dicho gas. Esta tesis utiliza espectroscopía de rendija larga con el espectrografo STIS del Telescopio Espacial Hubble (HST) para estudiar los mecanismos de ionización del gas en galaxias con fuentes CSS. Mediante diagramas de diagnóstico y modelos de ionización, se ve que todas las fuentes estudiadas presentan, en mayor o menor medida, ionización debida a las ondas de choque producidas por la interacción entre la fuente radio en expansión y el medio circundante.

Se ha visto que las galaxias anfitrionas de fuentes de radio suelen presentar altas concentraciones de gas en las regiones centrales. En 2003, estudios de interferometría baja resolución encontraron que aproximadamente el 50 % de las fuentes GPS y CSS presentaban la línea de absorción de hidrógeno atómico (HI) a 21 cm, en lugar del 10 % esperado para galaxias elípticas. Además, las fuentes GPS presentaban columnas de densidad mayores que las fuentes CSS. Esta tesis utiliza la red europea de interferometría de larga base (EVN) para obtener mapas de alta resolución espacial y espectroscopía de fuentes GPS y CSS. Las fuentes estudiadas presentan absorción HI en los lóbulos de radio más cercanos al núcleo de la fuente y más brillantes, estos lóbulos no están polarizados y están asociados al gas ionizado de la galaxia anfitriona. Consistente todo ello con la presencia de iteracción entre la fuente de radio y su galaxia anfitriona.

Diversos estudios parecen indicar que el fenómeno AGN y los estallidos de formación estelar, *starbursts*, pueden estan relacionados: los procesos interacción y de fusión de galaxias pueden activar AGN en sus núcleos; simulaciones numéricas y diversos modelos predicen que la expansión de chorros (*jets*) a través de una galaxia puede activar formación estelar; estudios en el ultravioleta han visto que las fuentes de radio de mayor tamaño presentan rastros de formación estelar alrededor de la época en la que se activó el AGN. Al ser las fuentes GPS y CSS las progenitoras de las anteriores, cabe esperar que exhiban formación estelar reciente.

Esta tesis presenta el primer estudio de la emisión en ultravioleta cercano de galaxias anfitriones de fuentes GPS y CSS, en busca de episodios de formación estelar reciente. Mediante fotometría ultravioleta con la *Advanced Camera for Surveys* (ACS), a bordo del HST, estudia la morfología y propiedades de dichas fuentes en el ultravioleta cercano. Comparando con muestras de fuentes de radio de mayor tamaño y con modelos de síntesis de poblaciones estelares, se ve que tanto las fuentes GPS como las CSS presentan episodios de formación estelar reciente. En las primeras, esta formación estelar no está relacionada directamente con la fuente de radio y podría ser debida al mismo fenómeno que dió lugar al AGN. En las fuentes CSS, las regiones de formación estelar reciente parecen estar asociadas a los chorros de la fuente de radio.

Resumiendo, todos los capítulos de la tesis encuentran fuertes evidencias de interacción entre la fuente de radio y la galaxia anfitrona. Más aún, tanto la fuente de radio como la galaxia anfitriona pueden afectar significativamente la evolución de la otra. Dependiendo del contenido, distribución y densidad del gas en la galaxia anfitrona, la fuente de radio se apagará, se expandirá y crecerá hasta convertirse en una fuente FR, o permanecerá confinada en el interior de su anfitriona. La influencia de la fuente de radio sobre su anfitriona es mucho más directa y ocurre durante la expansión de esta en el interior de la anfitriona: la fuente de radio afectará a la cinemática e ionización del gas ionizado, y puede llegar a cambiar la historia de formación estelar de su galaxia anfitriona.

Tesis disponible on-line:
`http://irs.ub.rug.nl/ppn/29144461X`

AN OBSERVATIONAL AND THEORETICAL STUDY OF THE POTENTIAL INSTABILITY OF O-TYPE HOT SUBDWARF STARS

Cristina Rodríguez López cristina@iaa.es

Tesis doctoral dirigida por Ana Ulla Miguel y Rafael Garrido Haba
Centro: Universidad de Vigo e Instituto de Astrofísica de Andalucía-CSIC
Fecha de lectura: 5 de marzo de 2007

Las estrellas subenanas calientes de tipo O, también llamadas estrellas sdO, son objetos azules subluminosos considerados la conexión evolutiva entre las etapas de rama asintótica de gigantes y rama horizontal extendida, con la fase de enana blanca, el último estadio en la evolución de una estrella de baja masa.

Dado que aún persisten grandes incógnitas sobre sus orígenes y destino, estos podrían ser esclarecidos si las sdOs fuesen estrellas pulsantes. La propagación de ondas en el interior estelar puede provocar cambios en la temperatura superficial, que se traducen en cambios periódicos en el brillo de la estrella. Ya que los modos de oscilación están íntimamente relacionados con la estructura interna, se podría conocer la distribución de los parámetros físicos en el interior de la estrella y así poner a prueba las teorías de evolución estelar.

Teniendo en cuenta el descubrimiento previo de oscilaciones en objetos relacionados evolutivamente, como las subenanas calientes de tipo B (sdB) y las estrellas GW Virginis, nuestro objetivo fue la búsqueda de pulsaciones en estrellas sdO desde un punto de vista observacional y teórico.

Así , realizamos una búsqueda fotométrica de sdOs pulsantes usando fotometría rápida CCD en estrellas de los hemisferios norte y sur. Se observaron un total de 56 sdOs, cuyo resultado fue el descubrimiento de dos candidatas pulsantes muy probables (Figura 1). Debido a la baja amplitud de oscilación detectada, los objetos serán observados de nuevo para confirmar las oscilaciones fuera de toda duda.

Desde el punto de vista teórico, exploramos la posibilidad de excitar pulsaciones en modelos de equilibrio teóricos de sdOs. La estabilidad de los modelos se determinó con un código no adiabático de oscilaciones. Analizamos 27 modelos de equilibrio de sdOs pertenecientes a 16 secuencias evolutivas diferentes, y descubrimos el primer modelo de equilibrio de una sdO capaz de excitar modos-g de alto orden radial debido a la presencia de un clásico mecanismo κ causado por las zonas de ionización parcial o bien de los elementos pesados, o bien del C/O en la envoltura de la estrella (Figura 2).

Además damos la primera interpretación preliminar del espectro de frecuencias encontrado para la primera sdO pulsante descubierta en 2006 por un grupo de astrónomos sudafricanos: proponemos el mecanismo κ causado por la zona de ionización parcial de los elementos pesados, y un mecanismo de selección de modos excitados causado por el atrapamiento de modos debido a las discontinuidades de la frecuencia de Brunt-Väisälä en las transiciones carbono-oxígeno/helio y helio/hidrógeno.

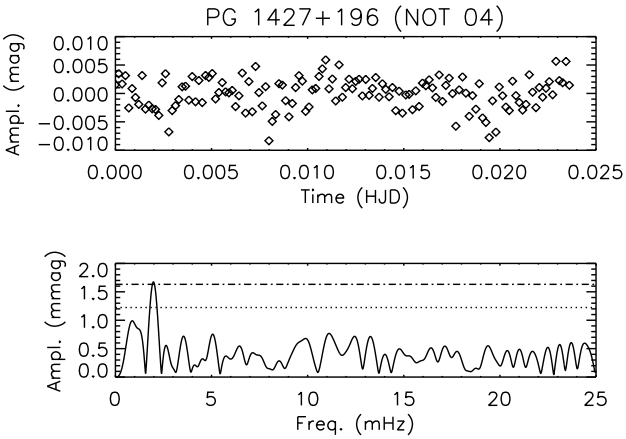

Figura 1 — *Curva de luz y espectro de amplitudes de uno de los objetos candidatos a pulsantes. Las líneas horizontales en el espectro de amplitudes representan 3 (...) y 4 (-.-) veces el nivel de ruido, σ, calculado como la media de las amplitudes en todo el rango de frecuencias. Una señal será significativa cuando supere el nivel de 4σ.*

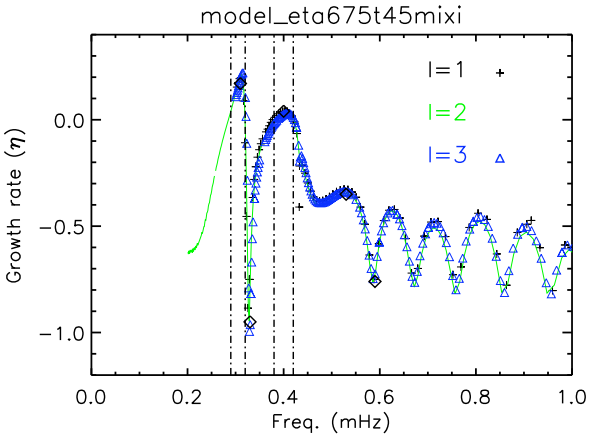

Figura 2 — *Ritmo de crecimiento o growth rate vs. frecuencia de un modelo inestable para modos l=1, 2, 3. Valores positivos del growth rate indican inestabilidad. Las líneas verticales delimitan las zonas encontradas inestables. Dichas zonas se corresponden con modos-g de alto orden radial, y en este caso la inestabilidad está causada por el incremento de la opacidad asociado con la zona de metales pesados.*