

**ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD DE CICLO LARGO EN LAS
VARIABLES DE LARGO PERIODO DQ VELORUM Y AU
MONOCEROTIS
(STUDY OF THE LONG-TERM VARIABILITY IN THE DOUBLE
PERIODIC VARIABLES DQ VELORUM AND AU MONOCEROTIS)**

por

Daniela Barría Díaz

Patrocinante: Ronald Mennickent Cid



Tesis presentada
para la obtención del título de
DOCTOR EN CIENCIAS FÍSICAS
Departamento de Física
de la
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN



Concepción, Chile
August, 2014

Resumen

Las Variables de Doble Periodo (VDPs) son un grupo de binarias interactuantes descubiertas en el año 2003 luego de una búsqueda fotométrica de estrellas Be en la base de datos de OGLE-II. Estas binarias se caracterizan por mostrar dos variabilidades fotométricas: una modulación de corta duración relacionada al movimiento orbital del sistema binario y una segunda variabilidad de larga duración, más roja, no necesariamente constante y cuyo origen es aún desconocido. La característica más sobresaliente de las VDPs es una definida relación lineal entre la duración de la modulación de corto periodo, es decir el periodo orbital (P_o), y el periodo de la variabilidad de larga duración (P_l), de manera tal que $P_l = \eta \times P_o$; donde se ha encontrado que $\eta \sim 33$ para todos los sistemas estudiados. Esta enigmática relación ha llevado a un extenso programa de investigación durante los últimos 10 años para acotar las variables involucradas en el origen de la variabilidad de largo periodo. En los pocos sistemas estudiados a la fecha, se ha encontrado evidencia de binariedad, chorros de material y pérdida de masa. A la fecha, más de 200 VDPs se han descubierto en la Vía láctea y en las Nubes de Magallanes, lo cual sugiere que el fenómeno VDP podría ser una etapa significativa en la vida de una binaria y de esta forma debiera ser considerado en modelos evolutivos para sistemas binarios.

Una mejor comprensión del fenómeno VDP necesariamente implica un incremento en el número de sistemas bien estudiados. Tales estudios debieran apuntar al conocimiento de las propiedades físicas básicas de estos sistemas así como a un profundo análisis de sus características espectrales a lo largo de la variabilidad de largo periodo. De esta forma cualquier teoría que intente explicar el fenómeno VDP debiera ser capaz de reproducir las principales propiedades observadas en estos sistemas. El trabajo que se presenta en esta Tesis es un avance hacia el entendimiento de la enigmática variabilidad de largo periodo observada en las VDPs.

En esta tesis se presentan los resultados de un estudio profundo a dos sistemas VDP, con el objetivo de incrementar el número de sistemas bien estudiados. Se ha llevado a cabo por primera vez un análisis fotométrico y espectroscópico del sistema VDP DQ Velorum (DQ Vel). A través del estudio de una serie de espectros de alta resolución en conjunto con el análisis de datos fotométricos en las bandas VIJK, se han estimado los parámetros orbitales y estelares de esta binaria eclipsante. Se ha encontrado que DQ Vel es un sistema bajo una configuración semi-separada compuesto de una estrella tipo B que recibe material de una estrella donante tipo A. El sistema además cuenta con un extenso disco de acreción alrededor de la estrella receptora. Se ha encontrado así mismo una significativa frecuencia sub-orbital en los residuos del ajuste a la curva de luz, la cual ha sido interpretada como una pulsación estelar por parte de la estrella receptora. Se han investigado las variaciones espectrales del disco y la estrella receptora a lo largo de ciclo largo y se ha encontrado que los anchos equivalentes de las líneas de Balmer y de helio aparecen modulados con la variabilidad de ciclo largo. Los estudios evolutivos que se han llevado a cabo en DQ Vel sugieren que el sistema se

encuentra actualmente en un estado de baja transferencia de masa y posterior a un episodio de alta transferencia de material. Luego de comparar los estados evolutivos de DQ Vel y otros dos sistemas VDPs se ha encontrado que el fenómeno VDP está presente en diferentes etapas de la evolución de estos sistemas.

Se han estudiado una serie de espectros en el rango óptico del sistema AU Monocerotis (AU Mon), los cuales han sido recolectados a lo largo de varios ciclos orbitales y ciclos largos, para estudiar las variaciones espectrales en el perfil de la línea $H\alpha$. Se ha encontrado que la absorción central del perfil de $H\alpha$ aparece minimizado durante el máximo de la variabilidad larga mientras que la emisión doble presente en el perfil se intensifica durante el máximo. Un resultado similar se ha encontrado para la absorción central de las líneas de Balmer y de helio en el sistema DQ Vel. El hecho que la curva de luz de DQ Vel y AU Mon no cambie su morfología a lo largo del ciclo largo, indica que la fuente de la variabilidad de largo periodo no puede relacionarse con cambios físicos en las propiedades estelares o del disco de acreción, y mas bien debe estar restringida a una región por sobre o debajo del plano orbital. Este escenario es respaldado por el hecho de que las variabilidades espectrales no-orbitales encontradas en DQ Vel y AU Mon aparecen moduladas con la variabilidad de largo periodo. Dos escenarios se pueden plantear para explicar este perfil de variabilidad: una emisión extra que ocurre durante el máximo del ciclo largo, la cual podría estar relacionada con un viento cuya intensidad es modulada por el ciclo largo, o bien por una atenuación del brillo total del sistema durante el mínimo del ciclo largo, por ejemplo a través de una pérdida periódica de material hacia el exterior del sistema.

