

UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
CAMPUS GUANAJUATO
DIVISIÓN DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS



¿ES λ CEP UNA ESTRELLA PULSANTE?
ANÁLISIS TEMPORAL DE SERIES ESPECTRALES

Tesis presentada al

DEPARTAMENTO DE ASTRONOMÍA

como requisito para la obtención del grado de
MAESTRO EN CIENCIAS (ASTROFÍSICA)

por

JORGE MAXIMILIANO UUH SONDA

asesorado por

DR. PHILIPPE EENENS

Guanajuato, Gto. - Febrero 2015

A Rebeca, Jorge, Amy, Alberto, Juan Pablo,
Aurea♥, Cruzy, Gilda y Ema.

*"For small creatures such as we the vastness
is bearable only through love."*

— Carl Sagan

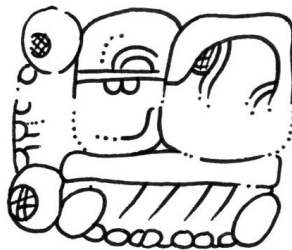
AGRADECIMIENTOS

Institucionales:

Este trabajo fue realizado en el marco de una colaboración entre México y Bélgica, por lo que extiendo un agradecimiento al CONACYT y a su similar Belga el FNRS (Fonds de la Recherche Scientifique). Así mismo a las instituciones educativas involucradas en dicha colaboración, al Instituto de Astrofísica y Geofísica de la Universidad de Liège (IAG-ULg) en Bélgica y al Departamento de Astronomía de la División de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Guanajuato (DA-DCNE-UG).

Los datos aquí empleados fueron obtenidos en los Observatorios de Haute Provence (OHP) en Francia y en el de San Pedro Mártir (OAN-SMP) en Baja California México. Agradezco a dichos observatorios y al personal que en ellos laboran por las facilidades otorgadas y el apoyo brindado.

Finalmente agradezco a la Universidad de Guanajuato, a sus Autoridades y Administrativos, al Departamento de Astronomía, a su Director, Personal, Investigadores y Profesores, así como al Posgrado en Ciencias (Astrofísica) y a su Coordinador por brindarme su apoyo, preparación profesional, ética y valores que como investigador tendré presente.



Chan/Kab'- Cielo/Tierra

Personales:

A mi Director de Tesis, Dr. Philippe Eenens, quien me ha asesorado y apoyado a lo largo de esta etapa además de aconsejarme y preocuparse por mi de forma personal. Al Dr. Gregor Rauw por el apoyo brindado durante la elaboración de esta tesis y durante la estancia en el IAG-ULg, así mismo a todo el personal académico y estudiantil de dicho Instituto.

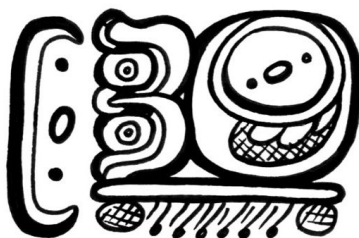
A mis sinodales, Dres. Martín Avalos, Dennis Jack, Erick Nagel y Juan Pablo Torres, por su tiempo y comentarios dedicados a este trabajo.

Al Dr. Juan Pablo Torres Papaqui, quien con su acertada coordinación y calidez humana ha dado un nuevo rostro al Posgrado en Ciencias (Astrofísica). A mis compañeros y amigos del Departamento de Astronomía por hacer del Posgrado un mejor lugar. A todo el personal, Profesores e Investigadores que contribuyeron a mi formación académica.

A mi padre Jorge; a mi madre Rebeca; a mis hermanos Amy, Alberto y Juan; a mi novia Aurea; al resto de mi familia; y a todos mis amigos, quienes me tuvieron paciencia, me dieron ánimos y me apoyaron incondicionalmente, en la distancia, desde Mérida y otros lugares.

Finalmente a Lauren, Oscar y Fernando, los ¡Fantásticos! amigos y familia que encontré en Guanajuato, quienes siempre me animaron, aconsejaron y ayudaron de forma incondicional.

A todos ellos, ¡Muchas Gracias!



Ek'/Uh - Estrella/Luna

RESUMEN

Se ha propuesto que la variabilidad observada en los perfiles de líneas de absorción de la estrella O6 Ief λ Cep es regular, periódica y debido a Pulsaciones No Radiales (NRP). Para abordar la cuestión de dicho origen, se ha realizado un nuevo análisis a la variabilidad de λ Cep con la ayuda de nuevos espectros obtenidos durante seis campañas observacionales, cada una con duración de entre cinco y nueve noches, en dos observatorios: el Observatoire de Haute Provence (OHP) en Francia y el Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir (OAN-SPM) en México. En dicho análisis se muestra un panorama más complejo en cuanto a las causas u origen de la variabilidad.

En algunos conjuntos de datos se encuentran variaciones espectrales recurrentes que se mueven hacia el rojo (*“redward”*) sobre los perfiles de las líneas de absorción He I λ 4471 y He II λ 4542, en concordancia con perturbaciones en la fotosfera de una estrella giratoria. Sin embargo, los periodos de variabilidad que se encuentran no son estables entre los conjuntos de datos, en desacuerdo con la hipótesis de NRP. Por otra parte, aún cuando no se encuentra una tendencia *“redward”* en algún conjunto completo de datos de una campaña observacional, dicho comportamiento aparece en un sub-conjunto de este, sugiriendo que el fenómeno es irregular y de corta duración, del orden de días, y posiblemente ligado a *“Co-rotating Magnetic Bright Spots”* (CMBS; puntos brillantes magnéticos co-rotantes) transitorios.

ABSTRACT

It has been proposed that the variability seen in absorption line profiles of the O6 Ief star λ Cep is regular, periodical and due to Non-Radial Pulsations (NRP). To address the question of such NRP origin, a new analysis of this variability is performed using new spectra that we have obtained during six observational campaigns lasting between five and nine nights in two observatories: the Observatoire de Haute Provence (OHP) in France and the Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir (OAN-SPM) in Mexico. In this analysis a more complex picture is displayed on the causes or origin of the variability.

In some datasets we find recurrent spectral variations which move redward in the He I $\lambda 4471$ and He II $\lambda 4542$ absorption line profiles, consistent with perturbations on the stellar surface of a rotating star. However, the variability periods found are not stable between datasets, at odds with the NRP hypothesis. Moreover, even when no redward trend is found in a full dataset of an observing campaign, it can be present in a subset, suggesting that the phenomenon is irregular and short-lived, of the order of a few days, and possibly linked to transient “Co-rotating Magnetic Bright Spots” (CMBS).