

PLACAS FOTOGRÁFICAS “CARTE DU CIEL” Y SU CONTRIBUCIÓN A LA CINEMÁTICA Y DINÁMICA DE NUESTRA GALAXIA

Belén Vicente

bvicente@iac.es

Tesis doctoral dirigida por Francisco Garzón y Carlos Abad

Centro: Universidad de Zaragoza; I.A.C. (Tenerife)

Fecha de lectura: 29 de mayo de 2008

Las placas del proyecto *Carte du Ciel*, llevado a cabo hacia 1887, constituyen un valioso material como primera época en cualquier estudio que involucre el cálculo de movimientos propios.

Esta tesis ha supuesto rescatar una colección de 1260 placas fotográficas originales de la zona de San Fernando, que se encontraba almacenada en cajas durante 100 años. De este modo, el trabajo principal de la tesis ha sido resolver todos los problemas de reducción de un material fotográfico provisto de un gran número de complejidades, con el fin de obtener un catálogo de movimientos propios muy precisos.

Se ha resuelto el problema inicial de digitalización de unas placas que, por ser patrimonio histórico, no podían ser sacadas del museo donde se encuentran para ser medidas con instrumentos especializados. Inicialmente, se realizaron reproducciones en acetato de las placas para digitalizarlas en una máquina de precisión utilizada en astrometría, un microdensitómetro PDS. Tras realizar diferentes pruebas en los PDS situados en la Universidad de Yale (EE.UU.) y en el CIDA (Venezuela), se llegó a la conclusión de que las distorsiones debidas al proceso de copia (hasta $15 \mu\text{m}$), junto con la lentitud en el mecanismo del PDS (1 placa/día), dificultaban la realización del proyecto.

Por ello, desarrollamos un método innovador que ofrece una alternativa para la digitalización de este tipo de material: la utilización de un escáner comercial de sobremesa. Aunque su precisión interna es muy inferior a la de un PDS, con el escáner se pueden medir las placas originales y, por ser más rápido (1 placa/8 min.), permite la repetibilidad de digitalización para mejorar la precisión final. En la actualidad, están digitalizadas todas las placas de la colección.

El mayor problema encontrado durante la tesis ha sido corregir la gran distorsión ($\sim 100 \mu\text{m}$) introducida por el escáner (Fig. 1) que, además, era diferente de una placa a otra. Se ha desarrollado un método de corrección con resultados excelentes, obteniendo una precisión de medición final de $3 \mu\text{m}$ ($0''.2$), valor similar al obtenido por otros autores con máquinas de precisión especializadas en

placas fotográficas usando placas semejantes.

También se han resuelto todos los problemas que involucran la medición de imágenes en un material de estas características. Junto con las propiedades físicas típicas de las placas fotográficas (deformación de coma en los bordes, fondo de cielo no uniforme por entrada de luz), se incluyen propiedades específicas del proyecto *Carte du Ciel* (rejilla sobreimpresa e imágenes de exposición triple). A esto hay que añadir las imperfecciones que encontramos, fruto del almacenaje durante 100 años, que producen falsas detecciones de formas muy diversas. Para la resolución de todos estos problemas ha sido necesario realizar desde cero los programas necesarios, ya que los paquetes informáticos comerciales, por ejemplo IRAF o SExtractor, están optimizados para imágenes en CCD y no para material fotográfico.

Las mediciones corregidas se han convertido a coordenadas celestes usando el catálogo Tycho-2 como referencia, determinando y eliminando las deformaciones comunes a todas las placas debidas al sistema óptico del telescopio, así como las diferencias de posición en función de la magnitud. Las posiciones obtenidas, combinadas con las posiciones actuales del catálogo UCAC2, han proporcionado movimientos propios para 560.000 estrellas.

El resultado más notable de esta tesis, además de proporcionar un método alternativo de digitalización de placas, es la elaboración de un catálogo de posiciones y movimientos propios precisos para ~ 560000 estrellas. *El catálogo CdC-SF obtenido tiene la misma precisión en movimientos propios que el catálogo Hipparcos, pero para estrellas siete magnitudes más débiles.*

En la Figura 2 se muestra la distribución de errores en movimientos propios de nuestro catálogo, en función de la magnitud, en comparación con otros catálogos con movimientos propios precisos.

Se ha medido y reducido un tercio de la colección (420 placas, $\alpha = (06^h, 14^h)$, cada una digitalizada dos veces), que ocupa un total de 260 Gb. El resto de las placas se procesarán fácilmente sin más que aplicar los algoritmos aquí desarrollados.

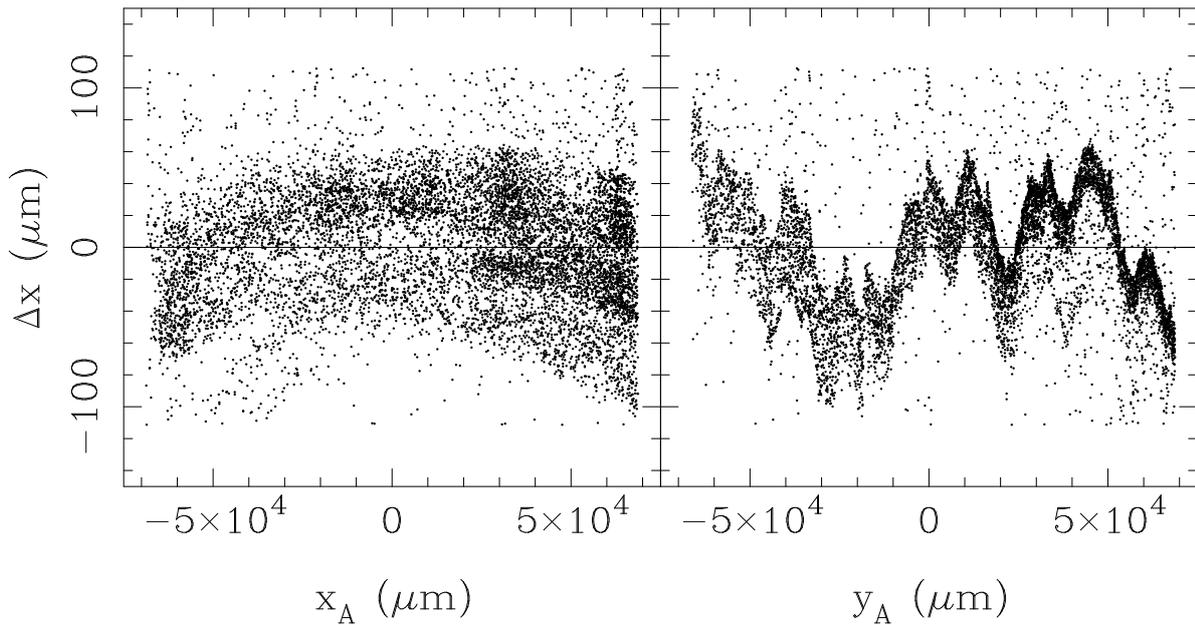


Figura 1 – Diferencias en las posiciones obtenidas a partir de dos digitalizaciones de una misma placa, rotadas 90° una respecto a la otra, alineadas con una transformación lineal. La amplitud de los errores en el eje Y es considerable. Además, esta distorsión varía de placa a placa.

CATÁLOGO CdC-SF	
época media	1901.4
área cubierta	~1080 grados ²
rango de posición en α	$06^h \leq \alpha \leq 14^h$
rango de posición en δ	$-10,5^\circ \leq \delta \leq -2,5^\circ$
rango de magnitud	$6 \leq V \leq 16,3$
completitud	$V \simeq 15,1$
numero total de estrellas	503769
error de medición	$3 \mu m \sim 0''.18$
error en posición	$(0''.21, 0''.19)$
($V < 14$)	$(0''.12, 0''.11)$
error en μ (mas/año)	$(2.0, 1.9)$
($V < 14$)	$(1.2, 1.1)$

Como aplicación del catálogo, hemos realizado un análisis cinemático de los cúmulos estelares abiertos ASCC 30, BOCHUM 3, NGC 2215, NGC 2301, NGC 2311, NGC 2323 y NGC 2548, determinando las probabilidades de pertenencia de cada estrella y caracterizando las propiedades fundamentales de cada uno.

También hemos comprobado como los movimientos propios nos pueden servir como estimadores de distancias, utilizando el parámetro de movimiento propio reducido para la calibración de las magnitu-

des aparentes en absolutas. Con ello hemos determinado la función de luminosidad en la vecindad solar hasta 200 parsecs. Sin embargo, la función de luminosidad obtenida debe revisarse, en lo que atañe a la contribución de las enanas, para incluir las estrellas de movimiento propio más alto, que no se han incluido en el catálogo por el propio proceso de reducción.

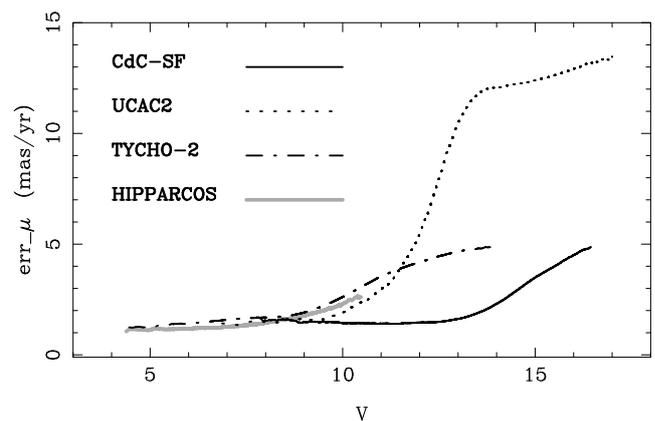


Figura 2 – Media de los movimientos propios del catálogo CdC-SF, en función de la magnitud, en comparación con los catálogos Hipparcos, Tycho-2 y UCAC2.