

FOTOMETRIA FOTOELECTRICA EN UBV DE ESTRELLAS DEBILES EN LAS PLEYADES

La fotometría fotográfica y fotoeléctrica de Johnson y Mitchell (1958) en las Pleyades, muestra un ensanchamiento de la secuencia principal a partir de $V \sim 12$ que corresponde a $B-V = +0.85$ en su diagrama color-magnitud. De acuerdo con ellos es alrededor de este punto que las estrellas todavía en proceso de contracción gravitacional deberían empezar a aparecer. Pero es en este punto también que sus observaciones fotográficas empiezan a predominar sobre las fotoeléctricas. Como el error probable de las observaciones fotográficas es como ocho veces mayor que el de las fotoeléctricas en su trabajo, se pensó que sería de interés reobservar algunas de las estrellas débiles en el diagrama color-magnitud de las Pleyades.

Fotometría en tres colores en el sistema UBV de Johnson y Morgan (1953) fue hecha para 30 estrellas en el Cúmulo de las Pleyades (HII 2411 incluida en la Tabla 1 es miembro de las Hiadas) con el reflector de 40" del Observatorio de Tonantzintla durante los años de 1964-66. El fotomultiplicador empleado fue RCA 1P21. El amplificador usado fue del tipo Gardiner y Johnson (1955). Con algunas excepciones, cada una de las estrellas fue observada por lo menos tres veces. Debe ser mencionado que las estrellas programa siempre fueron observadas cerca del meridiano y que un 40% del tiempo de observación fue empleado en observar estrellas standard para aminorar los efectos de las condiciones relativamente pobres del cielo en Tonantzintla. Las estrellas HII 1234 y HII 1084 fueron usadas como standards secundarios en el Cúmulo.

Las observaciones están listadas en la Tabla 1: la columna 1 da el número de Hertzsprung (1947) para la estrella; las columnas 2, 3 y 4 las magnitudes en V y los colores en B-V y U-B respectivamente; la columna 5, los tipos espectrales de Herbig (1962); la columna 6, el número de observaciones.

De las estrellas en la Tabla 1 hay 14 que también fueron observadas fotoeléctricamente por Johnson y Mitchell (1958). La concordancia de los datos fotoeléctricos es buena, como lo muestran los círculos llenos en la Fig. 1. Los círculos representan las diferencias entre sus observaciones fotográficas y las fotoeléctricas presentadas aquí. Una estrella, HII 191, no está dibujada debido a la gran discrepancia entre las observaciones. Las diferencias Iriarte menos Johnson, se muestran en la Fig. 1 en función de B-V.

El error probable para una observación de las estrellas en la Tabla 1 es: V, ± 0.04 ; B-V, ± 0.04 ; U-B ± 0.08 . La discordancia encontrada en las observaciones de las estrellas débiles en las Pleyades no puede ser explicada por los errores observacionales; ésto sugiere que todas estas estrellas son ligeramente variables.

El diagrama magnitud color dibujado en la Fig. 2 incluye todas las observaciones fotoeléctricas de Johnson y Mitchell (1958) consideradas por ellos como "miembros del cúmulo" y "miembros probables"; la media pesada de las observaciones fotoeléctricas para las estrellas que tenemos en común, más las observaciones fotoeléctricas para estrellas observadas fotográficamente por ellos en las ya mencionadas categorías. No se hicieron correcciones por enrojecimiento interestelar o absorción.

Como se puede ver en la Fig. 2 la secuencia principal entre $B-V \sim +0.6$ y $B-V \sim +0.8$ es muy angosta, si no se toman en consideración las estrellas dobles, pero de este punto en adelante es aparente un ensanchamiento de la secuencia principal no obstante que parte de él puede ser debido a que los errores observacionales son mayores a magnitudes más débiles.

Dos estrellas son especialmente interesantes. HII 335 fue clasificada como "no miembro", y HII 793 como "probable no miembro" del cúmulo por Johnson y Mitchell. Ambas estrellas caen debajo de la secuencia principal en su diagrama. HII 793 fue considerada como miembro de cúmulo por Haro (1966), basado en el movimiento propio de la estrella (Hertzsprung, 1947) y de su descubrimiento de que es una estrella ráfaga. La nueva fotometría la confirma como miembro del cúmulo. HII 335 es miembro del cúmulo. Esta clasificación está basada en el movimiento propio de la estrella y en la nueva fotometría. Ambas estrellas fueron observadas fotográficamente por ellos.

Otras cinco estrellas, Nos. 81, 83, 105, 257, 2199, caen debajo de la secuencia principal en el diagrama de Johnson y Mitchell; estas están dibujadas como círculos abiertos en la Fig. 2. Estas estrellas son consideradas como miembros del cúmulo por Hertzsprung, pero la fotometría de Johnson y Mitchell de acuerdo con el criterio adoptado por ellos y la hecha por el autor no corrobora el que sean miembros. Debe decirse que debido a que el cúmulo tiene un movimiento propio muy pequeño, debe esperarse que cierto número de estrellas sean clasificadas como miembros del cúmulo, siguiendo este criterio, aun cuando en la realidad no lo sean; este problema será aminorado cuando se hayan obtenido velocidades radiales para estos objetos.

En la Fig. 3, la secuencia de edad cero (Johnson e Iriarte, 1958) ha sido dibujada en el extremo débil del diagrama color-magnitud de las Pleyades ajustado al módulo de distancia $m-M = 5.4$. Como la secuencia de edad cero no fue tabulada más débil que $M_V = +8.1$, la media de la secuencia principal de las Hiadas fue conectada a la secuencia de edad cero para obtener una secuencia standard para estrellas más rojas. Las estrellas dibujadas han sido corregidas por enrojecimiento y absorción. Para este propósito fue adoptado un enrojecimiento medio, $E_{(B-V)} = +0.04$, y un valor de $R = A_V/E_{(B-V)} = 4.0$ (Mendoza, 1965).

De la Fig. 3, parece que es posible establecer que la secuencia principal de las Pleyades difiere de la secuencia principal de las Hiadas. No hay ninguna señal de separamiento de la secuencia principal hacia arriba y a la derecha; en cambio se encuentran estrellas arriba y abajo de la secuencia de edad cero. Los círculos cerrados muestran a las estrellas ráfaga encontradas por Johnson y Mitchell (1958), Haro y Chavira (1965) y Haro (1966). Estas estrellas son todas más débiles que la magnitud $V=13$ (que corresponde a $M_V = +7.5$) y tienen la misma distribución en el diagrama que las otras estrellas.

Como se considera que las estrellas ráfaga están todavía en proceso de contracción gravitacional (ver por ejemplo Haro y Chavira, 1965), deberían aparecer, de acuerdo con la teoría, arriba de la secuencia de edad cero. Esta discrepancia entre las observaciones y la teoría puede explicarse tentativamente si se toma en consideración el trabajo en el infrarrojo realizado por Mendoza (1966) en estrellas T Tauri. Parece plausible pensar que posiblemente las correcciones bolométricas para las estrellas débiles en la secuencia principal de las Pleyades son como las de las estrellas T Tauri, mucho mayores que lo que sugieren los colores B-V. Esta hipótesis parece justificada ya que H. L. Johnson (1967) ha observado dos de las estrella ráfaga en la Pleyades, los resultados son:

Estrella	K	J-K	V-K
HII 1306	9.64	—	+3.72
HII 2082	9.76	+1.68:	+4.22

El error probable para cada magnitud K es ± 0.2 de acuerdo con él. Como Johnson hace notar, el índice de color V-K es ~ 4.0 tal como lo es para la mayoría de las estrellas T Tauri que observó Mendoza, y esto es alrededor de una magnitud más roja que lo que debería esperarse de una estrella normal de la secuencia principal de tipo K5 (El tipo espectral que da Herbig por HII 1306 es d K5e. El tipo espectral derivado de la fotometría en UVB obtenida por Johnson para HII 2082 U-V = 2.25, B-V = 1.10 es alrededor de K5). Por lo tanto parece que estas estrellas, solamente se han observado dos, tienen excesos en el infrarrojo como las estrellas T Tauri aunque menores en magnitud.

Aun cuando el autor no tuvo la oportunidad de observar ráfagas como la observada por Johnson y Mitchell en HII 1306, las pequeñas variaciones que ellos encontraron entre los miembros débiles de las Pleyades fueron plenamente corroboradas.

Este trabajo fue sugerido por el Dr. G. Haro. Le estoy agradecido al Dr. H. L. Johnson por permitirme usar sus datos y por su crítica amigable y al Sr. Jorge Ruiz por reducir las observaciones en el Centro de Cálculo de la Universidad Nacional de México.