

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

DIRECTOR INTERINO : Ing° VIRGINIO MANGANIELLO

SERIE ASTRONÓMICA. — Tomo XX, N° 2

---

DETERMINACIÓN

DE

LAS INTENSIDADES DE LAS LÍNEAS  $H_{\delta}$ , G,  $H_{\gamma}$  Y  $H_{\beta}$

EN LOS ESPECTROS ESTELARES

POR

JORGE SAHADE



LA PLATA

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO

—  
1944

Imprenta y Casa editora «Costa», Perú 684, Buenos Aires

# DETERMINACIÓN DE LAS INTENSIDADES DE LAS LÍNEAS $H_{\delta}$ , G, $H_{\gamma}$ Y $H_{\beta}$

## EN LOS ESPECTROS ESTELARES

---

El trabajo cuyos resultados motivan la presente publicación y cuyo tema queda indicado en el título, está basado en el material espectroscópico tomado por el profesor doctor Alexander Wilkens durante los años 1938 y 1939 para su *Determinación de temperaturas espectrográficas de estrellas dobles* y ha sido desarrollado bajo la dirección de éste y según sus métodos, como trabajo práctico final en la carrera del doctorado.

Los espectrogramas, que tienen una dispersión de  $180\text{\AA}$  por mm a los  $4500\text{\AA}$ , fueron tomados por el doctor Wilkens con el telescopio reflector Gautier del Observatorio de La Plata — que tiene adosado un espectrógrafo a ranura de Hartmann, con 2 prismas de cuarzo — sobre placas Kodak (Wratten Wrainright Hypersensitive Panchromatic y Super Panchromatic Press-Tropical) habiéndose utilizado el fotómetro fotoeléctrico Zeiss a potasio, perteneciente al Instituto de Física de la Universidad, en el trazado de las curvas de la distribución de la energía en los espectros y de la sensibilidad de las emulsiones. En casi todos los casos, la abertura empleada de la ranura era de 0.08 mm.

La figura 1 contiene algunas curvas del registro fotoeléctrico de espectros tomados el 20 de febrero de 1939, en la tercera de las cuales, yendo hacia la parte superior de la placa reproducida, que corresponde a la estrella  $\alpha$  Pictoris ( $A_5$ ) — tomada con diafragma que disminuye la entrada de luz en 0.5 — hemos destacado la posición de las líneas  $H_{\delta}$ ,  $H_{\gamma}$  y  $H_{\beta}$ . La tarea de medición consistió en la lectura sobre la escala que se puede apreciar en la misma figura, del continuo trazado a estimación y de la curva del registro en las longitudes de onda correspondientes a  $H_{\delta}$ , G,  $H_{\gamma}$  y  $H_{\beta}$ , además de un punto correspondiente a la emulsión — indicado con « Mín. » (mínimo) — y del trazo — indicado con « Máx. » (máximo) — que corresponde a la indicación del fotómetro cuando no pasa luz a través de la placa que contiene al espectro. Siempre que fué posible se leyó el ancho de cada línea; en muchos casos ello no pudo hacerse por las características del registro fotoeléctrico.

A fin de eliminar, en lo posible, la influencia de la distinta sensibilidad de las placas en cada punto utilizado, el doctor Wilkens obtuvo también registros fotoeléctricos de la emulsión a lo largo de cada una de aquéllas, en algunos de los espacios libres dejados por los espectros. La figura 2 reproduce una placa con registros semejantes.

El hecho de que el registro fotoeléctrico se realizara con una amplificación determinada, permitió la preparación de una « placa patrón » en la que se ubicó de una vez por todas, la posición de cada una de las longitudes de onda en que se realizó la medición así como la del punto en que se hacía la lectura del « Mín. ». Esta « placa patrón », unida a la circunstancia de que los registros de emulsión estaban casi

siempre acompañados por el registro de un espectro de la placa correspondiente, permitió hacer lecturas en los lugares precisos en que eran necesarias.

Todas las mediciones fueron facilitadas mediante un « Microfilm Reader » que proyectaba las placas con un aumento de diez veces.

La elaboración de los valores leídos tendió en primer término a la obtención del ennegrecimiento, en las longitudes correspondientes a  $H_{\alpha}$ , G,  $H_{\gamma}$  y  $H_{\beta}$ , para el continuo — trazado, como se dijo, a estimación — y para la línea correspondiente.

Estos ennegrecimientos estarían dados directamente por la diferencia entre las lecturas que corresponden a cada  $\lambda$  y la del « Mín. » <sup>1</sup> si la curva de emulsión — corregidos todos los valores por un eventual giro de la placa respecto de la escala — fuera paralela a la línea del « Máx. ». No siendo así, vale decir, variando la sensibilidad S de la placa <sup>2</sup> en cada punto de ella, resulta previo calcular el valor de  $S_{\lambda}$  para los lugares a que corresponden las lecturas efectuadas. A esto se llegó de la siguiente manera :

a) leídas las placas que contienen los registros de emulsión, las diferencias « Máx. » — « Mín. », « Máx. » —  $H_{\alpha}$ , « Máx. » — G, « Máx. » —  $H_{\gamma}$  y « Máx. » —  $H_{\beta}$  dan los valores  $S_{\lambda}'$  en las longitudes de ondas requeridas ;

b) como los valores  $S_{\lambda}'$  corresponden a lugares de la placa libres de espectros, una simple interpolación da los ( $S_{\lambda}$ ) para los puntos donde se fotografiaron aquéllos ;

c) estos valores ( $S_{\lambda}$ ) por diferencia con los « Máx. » de los registros de espectros, darían los valores de la emulsión que habría que restar de cada lectura para obtener los ennegrecimientos, si ( $S_0$ ) fuera igual a  $S_0$ . Como ello no siempre ocurrió porque los registros de espectros y de emulsiones se hicieron, en general, en fechas distintas, los valores  $S_{\lambda}$  buscados se calculan sencillamente escribiendo

$$S_{\lambda} = (S_{\lambda}') \frac{S_0}{(S_0')}$$

Una vez obtenidos los  $S_{\lambda}$ , restando de cada lectura — tal como acaba de anticiparse — el valor « Máx. » —  $S_{\lambda}$ , se obtienen los ennegrecimientos  $E_{\lambda}$ , que, finalmente, son reducidos a una sensibilidad « standard »  $S_{\sigma}$  mediante la expresión

$$E_{\lambda, \sigma} = E_{\lambda} \frac{S_{\sigma}}{S_{\lambda}}$$

Dado que la índole de este trabajo no requería que los ennegrecimientos de todas las fechas de observación fuesen reducidos a la misma sensibilidad « standard », se tomó, en cada caso, para  $S_{\sigma}$ , un valor promedio de las  $S_{\lambda}$ .

Calculados los valores  $E_{\lambda, \sigma}$ , se procedió a la determinación de la diferencia de magnitud entre el continuo y el centro de cada línea estudiada, lo que se conseguía gráficamente. El procedimiento consistió en representar en un sistema de ejes rectangulares la curva de ennegrecimientos del continuo para cada  $\lambda$ , tomando como ordenadas los valores de  $E_{\lambda, \sigma}$  y como abscisas los diafragmas empleados. De cada curva

<sup>1</sup> Así se ha hecho cada vez que no se contó con registros de emulsión.

<sup>2</sup> Llamamos « sensibilidad de la placa » a la diferencia entre « Máx. » y emulsión, que designaremos, en general, con S, letra a la cual agregaremos el subíndice  $\sigma$  —  $S_{\sigma}$  — si se trata expresamente de « Máx. » — « Mín. », un apóstrofo —  $S_{\sigma}'$ , S' — si resulta de lecturas de las curvas de emulsión, y que será indicada entre paréntesis — (S), ( $S_{\sigma}$ ) — si se refiere a valores interpolados.

fué, así, posible determinar el  $\Delta m$  correspondiente a los ennegrecimientos  $E_{\lambda, \sigma}$  de los centros de línea.

En base a estos  $\Delta m$  y aplicando la fórmula de Fechner-Pogson, y considerando que al continuo corresponde  $m = 0$ , se determinó el porcentaje de luz absorbida en el centro de cada línea.

También se calculó el monto total de luz absorbida en cada línea, en por ciento, comparando la superficie del triángulo, cuya base es igual al ancho de la línea y cuya altura está dada por la diferencia entre los  $E_{\lambda, \sigma}$  del continuo y del centro de la línea, y del rectángulo que tiene por elementos el ancho de la línea y el  $E_{\lambda, \sigma}$  del continuo.

Las estrellas sobre las que se ha hecho el estudio que hemos expuesto son casi todas gigantes y, alrededor de la mitad de ellas, dobles, estando representados todos los tipos estelares desde B hasta K.

Los resultados obtenidos se indican a continuación :

**Absorción en los centros de las líneas**  
(por ciento)

Tipo	Estrella	M	H $\delta$	G	H $\gamma$	H $\beta$
B $_3$ .....	$\pi$ Lupi	-1.6	36		30	25
	42 Orionis	-1.8	38		28	30
B $_5$ .....	$\gamma$ Ganis Majoris	-0.9	53		56	40
	$\rho$ Argus	-1.5	30		28	22
B $_9$ .....	52 Sagitarii	+1.0	39		37	31
A $_0$ .....	$\gamma$ Piscium	+1.7	52		53	43
	$\pi$ Virginis	+1.2	58		51	44
	$\lambda$ Ophiuchi	+0.5	76		66	50
	$\pi$ Phoenicis	-	36		44	40
A $_2$ .....	$\beta^2$ Tucanae A	+1.6	51		50	35
	$\xi$ Virginis	+1.3	-		54	40
A $_3$ .....	$\eta$ Centauri	+2.8	-		60	58
	$i$ Tauri	+1.8	64		59	50
	$\alpha$ Pictoris	-	59		54	44
F $_0$ .....	$s$ Carinae	-	43		42	35
	$\alpha$ Circini	-	45		43	40
F $_2$ .....	$\xi$ Aquarii A	+1.7	30	(32)	-	-
F $_5$ .....	$\mu$ Virginis	+2.4	34	2	37	25
	$\theta$ Gruis	-	-	2	43	-
F $_8$ .....	$\alpha$ Fornacis	+3.5	24	24	21	21
	$\gamma$ Cor. Austr. A + B	+2.8	28	36	30	33
	12 Eridani	-	6	7	7	8
G $_0$ .....	$x$ Velorum	-	-	44	21	19
G $_3$ .....	94 Aquarii	+3.2	-	-	-	17
	$\alpha$ Puppis	+0.4	18	37	50	14
K $_0$ .....	$\delta$ Piscis Aust.	+0.6	7	25	-	-

Nota. — El valor colocado entre paréntesis parece poco probable.

**Absorciones totales en las líneas**  
(por ciento)

Tipo	Estrella	M	H <sub>δ</sub>	G	H <sub>γ</sub>	H <sub>β</sub>
B <sub>3</sub> .....	ζ Lupi	-1.6	5		5	5
	42 Orionis	-1.8	14		15	14
B <sub>5</sub> .....	γ Canis Maj.	-0.9	18		15	13
	ζ Argus	-1.5	6		4	4
B <sub>9</sub> .....	52 Sagittarii	+1.0	19		16	14
A <sub>0</sub> .....	γ Piscium	+1.7	26		23	23
	ζ Phoenicis	-	-		-	22
A <sub>2</sub> .....	β <sup>2</sup> Tucanae A	+1.6	23		21	20
A <sub>5</sub> .....	i Tauri	+1.8	40		34	31
	z Pictoris	-	17		13	12
F <sub>0</sub> .....	ρ Capricorni	+2.7	18		15	16
	s Carinae	-	12		9	9
F <sub>5</sub> .....	μ Virginis	+2.4	9	4	5	6
F <sub>8</sub> .....	z Fornacis	+3.5	11	10	9	10
	12 Eridani	-	6	-	2	-
G <sub>0</sub> .....	x Velorum	-	-	23	6	9
G <sub>5</sub> .....	40 Eridani	6.1	-	28	-	-
	z Puppis	+0.4	8	12	-	-

Los números que se acaban de consignar muestran :

1°) un indicio de relación entre la magnitud absoluta y las absorciones en los centros de las líneas H<sub>δ</sub>, H<sub>γ</sub> y H<sub>β</sub> en los tipos desde A<sub>0</sub> hasta A<sub>2</sub>, cuya realidad sería interesante investigar ;

2°) que las absorciones en los centros y las absorciones totales correspondientes a las líneas H<sub>δ</sub>, H<sub>γ</sub> y H<sub>β</sub> alcanzan su máximo alrededor del tipo A<sub>5</sub> ;

3°) que las absorciones en el centro y las absorciones totales correspondientes a la línea G alcanzan su máximo entre los tipos G<sub>0</sub> y G<sub>5</sub>.

Desearnos concluir esta exposición expresando nuestro agradecimiento al doctor A. Wilkens por habernos propuesto el tema, facilitado el material utilizado y suministrado cordiales indicaciones durante el periodo de medición y cálculo, y también al Director del Observatorio, ingeniero Félix Aguilar, por habernos proporcionado los medios tendientes a acelerar al máximo el tiempo de elaboración.

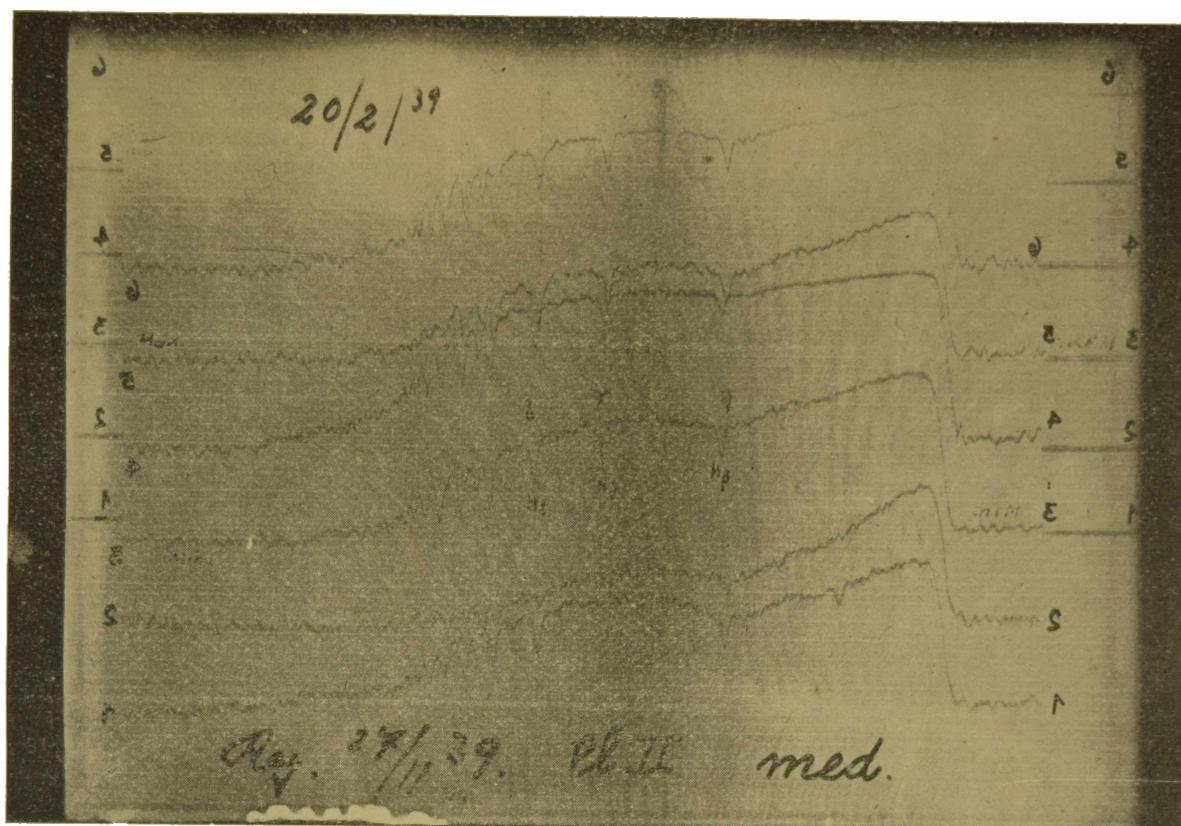


Figura 1

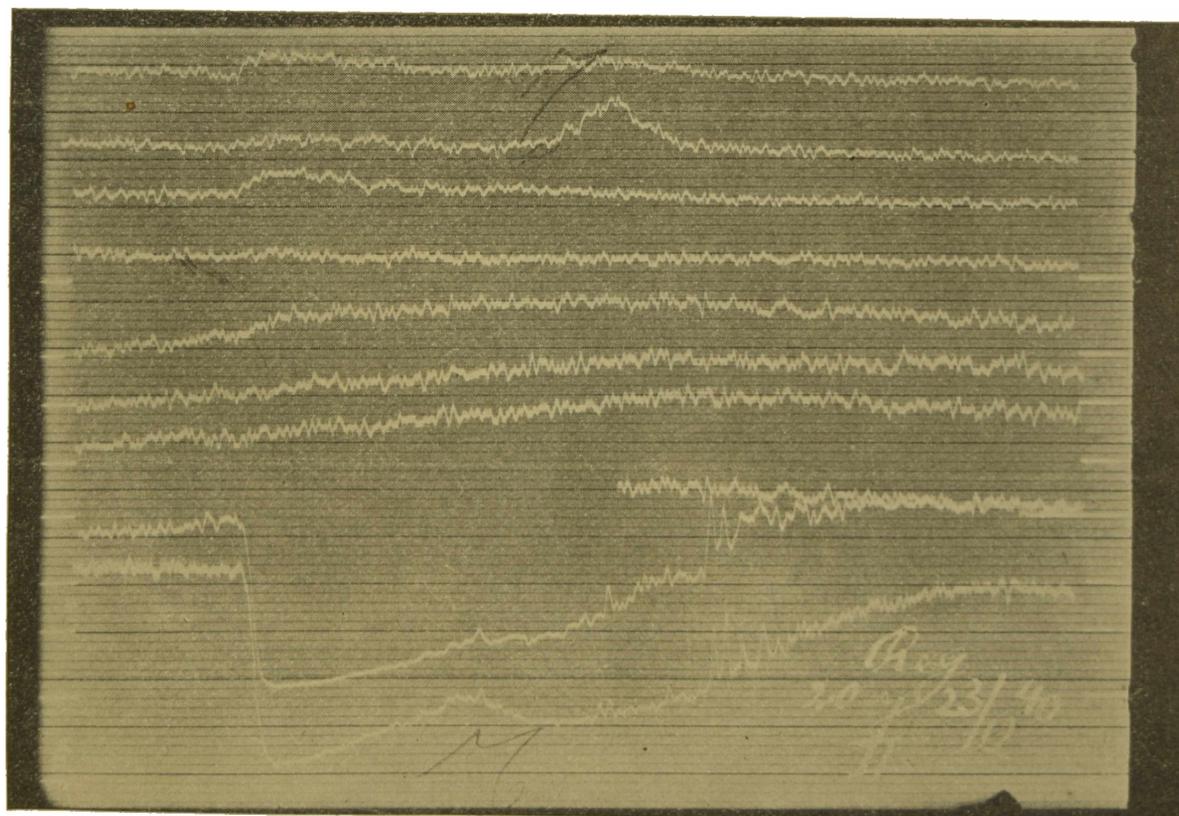


Figura 2