

Fotometría Fotográfica de AI Velorum

POR

CARLOS O. R. JASCHEK

En enero de 1950 se inició en La Plata el estudio de la variable AI Velorum, con dos series simultáneas de observaciones: una serie espectrográfica, a cargo del Dr. Gratton y del señor Lavagnino, y otra serie fotométrica, a cargo del suscrito. La serie espectrográfica se observó en la Estación Bosque Alegre del Observatorio de Córdoba; la serie fotométrica se tomó en La Plata. La presente investigación está basada sobre el material recogido en aquella fecha. Los resultados preliminares de este trabajo han sido expuestos junto con la investigación espectrográfica detallada en otro lugar. (A aparecer en "Zeitschrift für Astrophysik").

Dados diversos inconvenientes del material fotográfico y la falta de un aparato para la calibración de placas con imágenes focales, la precisión de los datos fotográficos es algo menor que la esperada. Por este motivo el centro de gravedad de la investigación recayó sobre la serie de observaciones espectrográficas y la serie fotométrica quedó reservada para efectuar un control independiente de los resultados obtenidos, y para estudiar la correlación entre las variaciones espectrales y las fotométricas. Debe observarse que las presentes observaciones fotométricas son puramente diferenciales; se prescindió de entrada de un estudio de eventuales errores de escala y de origen (cero), dado que esto no afectaría los resultados.

I. INTRODUCCION. — La variable AI Velorum (C. D. $-44^{\circ} 4192$; H. D. 69213), tiene las coordenadas $\alpha = -8^{\text{h}} 08^{\text{m}} 3$ y $\delta = -44^{\circ} 04'$ y fué descubierta por Hertzsprung en 1931 en placas tomadas por van Gent en Johannesburg (1). De un material de 268 placas derivó el autor un período de $0^{\text{d}} 111574 \pm 2.10^{-6}$. La fórmula para calcular las fases es

$$\varphi = 8^{\text{d}} - 196266 \text{ (J. D. } - 2420000) - \text{número entero.}$$

Los máximos corresponden a $\varphi = 0$. La serie estudiada se distribuye sobre 600 días. Hertzsprung encuentra una amplitud de variación de $0^{\text{m}} 3$, y clasifica la variable como perteneciente al tipo RR Lyrae, haciendo notar su semejanza con SN Cas y SZ Tau.

Posteriormente existe una fotometría fotográfica de F. Zagar (2). El material comprende 68 placas con unas 800 exposiciones que abarcan, entre extremos, 86 noches. Zagar encuentra que la fórmula para la fase, dada por Hertzsprung, es satisfactoria; que la variación sólo es semiregular, si bien encuadra dentro del tipo RR Lyrae, y que, por último, la amplitud es de $0^{\text{m}} 9$.

Poco posterior a este trabajo es la fotometría de A. van Hoof (3), la cual confirma, en general, los resultados anteriores. El autor insiste también sobre la variabilidad de la curva de luz, e indica una amplitud aun más grande, de $1^{\text{m}} 1$. No existe noticia sobre otro trabajo fotométrico de AI Velorum, publicado hasta el momento. Por una comunicación privada sabemos que T. Walraven observó fotoeléctricamente esta variable en 1951. Hasta el momento no ha sido publicada esta investigación, pero se citarán algunos de los resultados, que nos fueron adelantados amablemente por el Dr. P. Oosterhoff.

2. INSTRUMENTO Y MATERIAL. — Las placas para la fotometría fueron tomadas con el anteojo astrográfico de La Plata. El anteojo es del tipo "standard" para los trabajos de la Carta del Cielo, y sus características instrumentales son: abertura = 34 cm.; distancia focal = 344 cm. El mínimo focal responde aproximadamente a 4360 Å.

En cada placa se tomaron quince exposiciones sucesivas de la variable y de la zona vecina. Para abreviar las operaciones se trabajaba siempre con algún ayudante. Las imágenes se sacaron extrafocalmente, sobre placas ortocromáticas, con filtro amarillo GG 11, de manera que las magnitudes son fotovisuales. Las placas eran de fabricación nacional; resultaron algo lentas, y algunas de ellas tuvieron diversos defectos en la gelatina, de modo que hubo que rechazar para la medición un 10 % de las imágenes. Por la lentitud de las placas y la rapidez de la variación de la imagen por el otro lado, pudo desenfocarse muy poco el antejo (unos dos mm.), lo cual produjo imágenes prácticamente focales. La exposición por imagen fué de dos minutos.

Las placas se revelaron con unas veinticuatro horas de intervalo, y en las condiciones más homogéneas posibles. Se usó revelador Kodak D 61a., diluido a 18°. Se prescindió del uso de endurecedores en el fijador.

Como estrellas de comparación se usaron C. D. —43° 3998 y —44° 4190, que por su proximidad a la variable caían dentro del área central de la placa. Las magnitudes fueron sacadas del Henry Draper Catalogue, y son

C. D. —43° 3998	H. D. 68217	Ptm. 5 ^m 16	Esp. B3 (Estrella N° 1)
C. D. —44° 4190	H. D. 69191	Ptm. 7 ^m 5	Esp. K0 (Estrella N° 3)

Como se puede observar, el intervalo de magnitud entre ambas estrellas de comparación es bastante grande. De este modo debe superexponerse un poco una de las imágenes, para obtener una imagen medible de la otra. Esto dificulta un tanto las mediciones e incrementa el error de lectura.

En total se sacaron 42 placas, distribuidas sobre 8 noches, de las cuales se midieron 39. El total de imágenes es 607; se rechazaron 17 por pertenecer a una noche de mala calidad, y 74 por diversos defectos. En la tabla 1 están contenidos los datos de cada noche de observación.

TABLA 1

Noche	Nº placas	Intervalo	Observaciones
1950, Enero 13	6	6 ^h 10	Al comienzo imágenes malas
14	3	1 ^h 50	Interrumpida por velo
16	6	5 ^h 20	Noche buena
18	7	6 ^h 20	Noche buena
20	2	0 ^h 50	Interrumpida por velo; se rechazaron las placas
22	7	5 ^h 20	Interrumpida por nubes
23	6	4 ^h 50	Noche buena
24	5	3 ^h 40	Interrump. por nubes; se rechazó la últ. placa

En la tabla precedente la columna encabezada por "Intervalo" indica la longitud del lapso sobre el cual se extienden las observaciones.

3. MEDICION. — Las placas fueron medidas con el microfotómetro termoelectrico de Zeiss del Observatorio. Por haberse descompuesto el galvanómetro a bucle originario, hubo que reemplazarlo por un galvanómetro a hilo de torsión (modelo van Dyck (4)), de la casa Kipp & Zonen, lo cual implicó naturalmente algunas modificaciones en las partes ópticas del instrumento.

Se cambió también la cuña del instrumento, sustituyéndola por una cuña fotográfica lineal en las magnitudes, obtenidas sobre placas de la misma serie que las que se usaron para sacar la variable. La cuña se obtuvo con un sensitómetro de King.

Para la medición se empleó un diafragma de 0,48 mm., de diámetro. Este tamaño resultó ser suficiente para abarcar toda la imagen. La gran diferencia de magnitud de las estrellas de comparación dificultó considerablemente las mediciones, pues las estrellas se encuentran casi en los extremos opuestos de la cuña. No parecía conveniente aumentar la pendiente de la cuña, pues esto hubiera aumentado seguramente los errores, tanto los sistemáticos como los accidentales.

T A B L A 2

295.5411	74	2	295.7326	39	4	296.6520	61	6	298.6836	98	8	300.6006	36	10	300.8021	77	12	304.6610	48	14	305.6251	44	16	305.7604	53	18
5431	60		7342	43		6537	61		7142	59		6032	49		8037	64		6630	51		6268	42		7620	42	
5453	90		7371	44		5435	61		7161	61		6048	45		8058	62		6648	44		6347	46		7636	46	
5500	74		7387	43		5454	52		7177	67		6065	45		8080	72		6658	49		6356	54		7653	54	
5521	74		7405	43		5473	41		7193	49		6081	45		5107	34		6752	43		6373	52		7671	52	
5538	68		7421	46		5506	49		7245	49		6097	39		5438	44		6779	33		6389	51		7725	47	
5554	82		7443	46		5525	39		7261	39		6113	41		5455	39		6796	33		6406	52		7739	47	
5570	85		7463	51		5541	47		7277	57		6130	41		5472	50		6802	39		6423	47		7755	52	
5587	116		7483	52		5560	49		7294	54		6146	50		5488	44		6815	43		6441	42		7772	40	
5603	92		7493	64		5576	44		7312	53		6163	44		5504	45		6845	54		6457	47		7791	40	
5619	77		7776	62		5592	38		7333	75		6185	45		5521	49		6864	39		6474	48		7808	30	
5654	75		7731	65		5608	46		7351	63		6194	45		5538	61		6881	67		6510	46		7825	40	
5700	86		7824	54		5628	45		7370	53		6218	42		5556	56		6897	53		6530	52		7842	46	
5739	98		7840	53		5663	49		7387	48		6236	54		5574	56		6914	77		6546	49		7861	45	
5758	82		7856	56		5680	46		7464	50		6388	40		5595	50		6930	76		6564	53		7881	45	
5811	81		7873	55		5868	84		7487	45		6406	41		5612	51		6950	80		6580	55		7902	42	
5827	66		7888	62		5886	63		7503	50		6440	38		5640	51		6966	83		6598	55		7923	40	
5843	66		7904	51		5905	72		7520	45		6456	40		5670	51		6985	88		6674	55		7942	40	
5860	75		7920	50		5920	71		7537	65		6472	50		5695	50		6995	89		6698	41		7960	42	
5876	66		7937	53		5935	73		7554	54		6489	54		5765	50		7056	81		6714	58		7979	41	
5902	72		7953	59		5952	70		7570	65		6515	47		5775	46		7074	83		6734	40		306.6393	46	
5928	63		7953	52		5968	68		7588	74		6530	46		5791	50		7091	83		6752	43		306.6409	43	
5944	66		7974	52		5984	69		7604	66		6556	50		5807	48		7130	78		6768	49		6429	48	
5961	56		7980	64		6001	65		7621	68		6556	51		5824	58		7147	69		6786	46		6443	48	
5980	60		7995	69		6017	67		7643	61		6565	58		5840	48		7163	68		6808	46		6466	48	
6105	40		7951	66		6040	62		7662	80		6684	62		5919	53		7181	58		6826	42		6483	48	
6121	63		7952	54		6057	65		7679	71		6694	80		5936	75		7198	55		6843	42		6500	42	
6161	42		7958	55		6073	64		7698	81		6708	58		5953	59		7216	75		6872	44		6520	42	
6175	52		7973	55		6087	59		7698	38		6726	73		5970	55		7237	55		6894	47		6536	37	
6190	48		7989	69		6106	59		7726	26		6743	58		5992	53		7257	53		6916	50		6552	37	
6208	48		7906	68		6277	45		7744	35		6759	56		6045	68		7274	55		6936	50		6567	29	
6222	46		7924	60		6297	47		7757	47		6833	59		6065	77		7293	55		6955	43		6587	34	
6242	57		7940	67		6314	51		7770	54		6855	58		6119	69		7420	54		7042	60		6638	43	
6262	45		7957	58		6349	42		7788	42		6872	58		6130	68		7436	55		7052	48		6650	30	
6283	42		7974	58		6365	45		7806	52		6895	59		6148	64		7452	55		7070	52		6663	45	
6317	54		7992	61		6382	51		7822	42		6908	58		6165	69		7467	51		7088	49		6676	46	
6334	57		8048	74		6398	46		7841	63		6925	57		6182	69		7482	62		7107	54		6719	44	
6354	54		8080	67		6414	48		7858	69		7571	65		6217	65		7497	62		7130	56		6748	47	
6907	56		6094	67		6433	66		7876	75		7588	60		6238	62		7512	49		7148	53		6780	42	
6926	58		6127	38		6446	69		7894	83		7605	65		6252	61		7528	47		7175	53		6796	53	
6942	61		6143	37		6467	69		7914	100		7622	56		6268	66		7543	49		7184	50		6861	80	
6958	49		6159	52		6483	72		7932	39		7639	62		6285	65		7570	49		7200	54		6899	93	
6976	58		6179	51		6500	71		7944	74		7657	64		6309	47		7587	47		7223	54		6921	82	
6991	58		6215	61		6518	67		7960	64		7674	74		6326	63		7604	45		7244	58		6955	82	
7007	48		6239	54		6566	75		7976	59		7691	76		6342	60		7621	43		7262	61		6976	82	
7023	48		6257	69		6602	68		7994	60		7698	72		6360	56		7639	41		7279	57		7086	71	
7039	58		6319	72		6586	65		7999	58		7727	66		6414	65		7659	41		7299	57		7104	75	
7055	54		6328	50		6618	77		8016	51		7746	66		6424	63		7682	60		7323	53		7122	75	
7071	54		6344	53		6639	78		8033	45		7767	66		6440	74		7702	62		7341	59		7140	75	
7088	57		6377	67		6656	81		8049	48		7789	64		6456	60		7719	57		7360	57		7157	79	
7104	59		6390	61		6674	92		8064	46		7808	63		6472	57		7739	59		7379	52		7176	64	
7138	50		6418	62		6722	104		8081	37		7916	63		6490	55		7759	57		7400	52		7194	80	
7214	41		6435	56		6739	95		8095	43		7930	79		6509	55		7774	57		7417	62		7213	80	
7260	40		6451	49		6766	100		8110	43		7948	62		6533	58		7793	57		7434	53		7230	82	
7275	43		6468	55		6784	110		8122	33		7966	58		6541	55		7966	67		7451	55		7259	77	
7293	42		6485	59		6801	102		8134	34		7984	67		6568	52		7984	67		7468	59		7279	62	
7310	38		6503	61		6818	99		8007	34		8002	65		6592	48		8002	65		7486	49		7296	54	

Las columnas encabezadas por números impares contienen las fechas julianas (en fracción de día), a cada una de las cuales hay que sumar 3433000 días. Las columnas encabezadas por números pares contienen el $-\Delta m$, expresado en centésimos de magnitud.

Las placas se leyeron según el esquema habitual, es decir, cada imagen con los dos pares de termocuplas; entre dos imágenes de la estrella se leyó el fondo. En cada placa se leyeron pues las quince imágenes de la variable y las treinta imágenes de las estrellas de comparación, además de las lecturas del fondo de placa. La experiencia demostró que la lectura tan frecuente del fondo de placa en realidad no era necesaria, pues el fondo era muy homogéneo. No obstante se siguió, por uniformidad, el procedimiento mencionado. Para evitar la influencia de posibles variaciones del aparato de un día al otro, se leyó en cada sesión siempre un número entero de placas. Se rechazaron todas las imágenes que tuvieran algún defecto visible en la gelatina que entrase en el campo del diafragma. También se omitió en este caso la lectura de las estrellas de comparación; esto no hubiera sido necesario, por el procedimiento de reducción seguido (excepto, claro está, si la estrella afectada hubiera sido la variable).

4. REDUCCION. — El primer paso de la reducción consistió en sustraer de las lecturas de la estrella, la semisuma de las lecturas del fondo adyacente, a fin de eliminar posibles pequeñas variaciones de fondo. Contando ya con estas series de valores para la variable, y las dos estrellas de comparación, se interpoló directamente la magnitud de la variable en base a la fórmula lineal

$$m - m_0 = \alpha (l - l_0) \quad (1)$$

aplicada a las tres estrellas. Esta fórmula es usable únicamente por la forma lineal de la cuña empleada en las mediciones. El factor α es un factor de escala, y se determina, para cada placa, mediante el conjunto de todas las lecturas correspondientes a las estrellas de comparación.

Reducido así todo el material, se han obtenido los resultados expuestos en la tabla 2 y la figura 1. En la tabla y en la figura se indican el instante medio de cada exposición, expresado en fracción de día juliano, y la $-\Delta m$ con respecto a m_3 . Como las observaciones están registradas al segundo, podría haberse indicado la quinta decimal de día, pero por la incertidumbre del baricentro de la exposición (inercia de la placa), se consideró preferible conservar sólo la cuarta decimal. Los instantes medios tabulados están reducidos al sol, empleándose a tal efecto la tabla de Prager (5). El efecto diferencial es muy pequeño, y alcanza, entre extremos, a $2 \cdot 10^{-4}$ días.

Tanto en la figura como en la tabla, las diferencias de magnitud están indicadas en el sentido

$$\Delta m = m_v - m_3$$

En lo referente a los errores accidentales, el único medio de computarlos es investigando el error con que se mide el intervalo entre las dos estrellas de comparación. Tomando cuatro placas cualesquiera, y computando los errores medios cuadráticos, obtenemos los valores siguientes:

Placa	μ	μ (en magnitudes)
10	$\pm 3,20$	$\pm 0^m06$
21	2,04	0 ^m 06
30	2,25	0 ^m 045
41	2,23	0 ^m 065

De estos resultados se desprende que el error medio cuadrático (interno) de una medición del intervalo es del orden de $0^m,06$. Como el intervalo entre la variable y una estrella de comparación es menor que el intervalo entre las dos estrellas de comparación, el error medio cuadrático de una observación es naturalmente más pequeño que $0^m,06$, y puede afirmarse que el error de una determinación es del orden de 0^m05 . Una inspección de las figuras confirma este orden de magnitud del error.

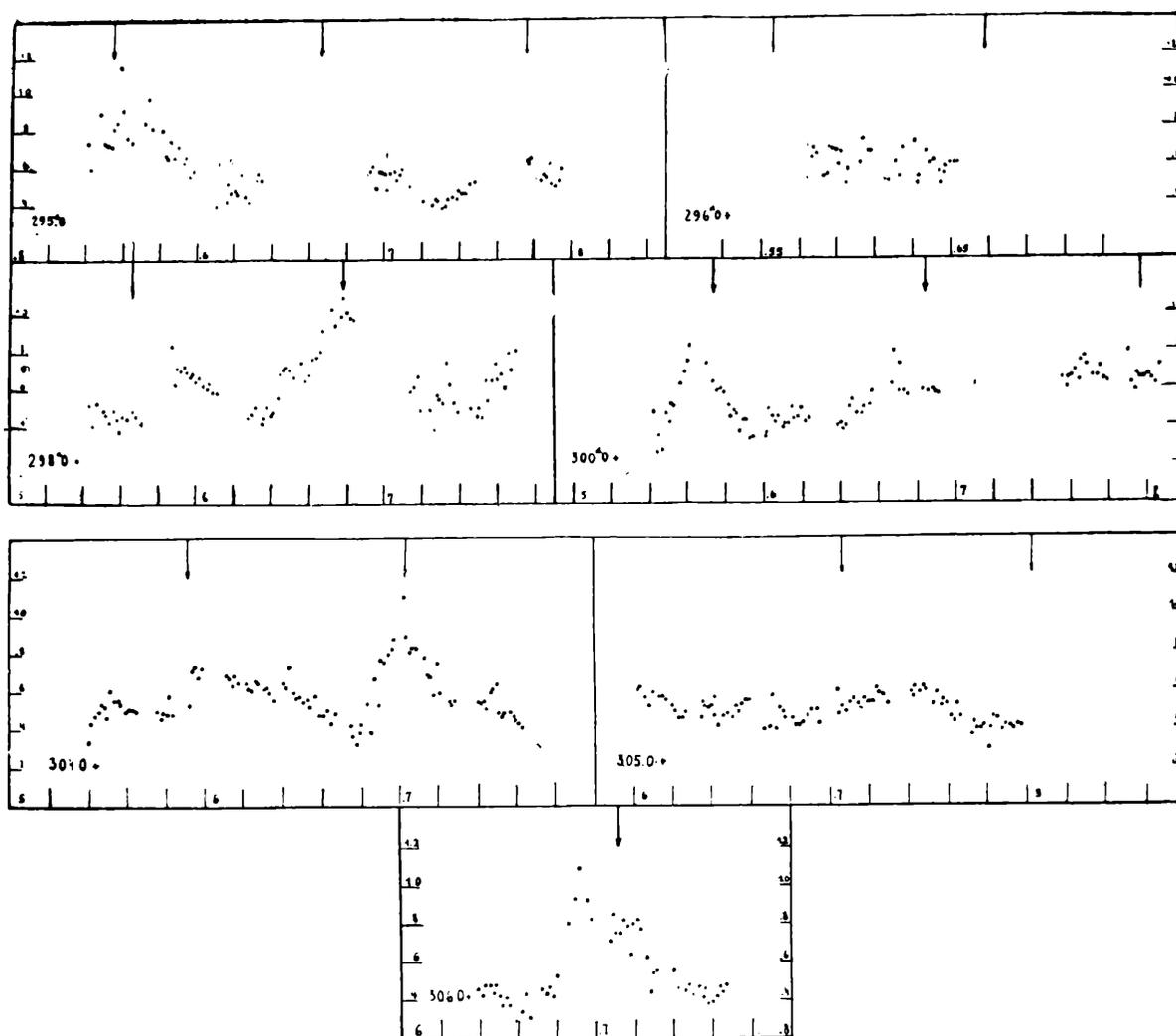


Figura 1. — Parte 1 y 2

En lo tocante a los errores sistemáticos, podemos mencionar los provenientes del distinto color de las estrellas de comparación, los debidos al sistema de magnitudes adoptado, los errores de campo y los de reducción.

El distinto color de las estrellas produce una extinción diferencial; este error sin embargo fué eliminado prácticamente mediante el uso de filtros. Los errores del sistema de magnitudes no nos han preocupado, como ya se dijo en la introducción, de manera que no los hemos tenido en cuenta. El error de campo proviene de la ubicación asimétrica de las estrellas de comparación en la placa. Como en nuestro caso se han ubicado las estrellas lo más simétricamente posible en la placa (con respecto al centro), y como además el fondo resultó sensiblemente homogéneo, (constancia de las lecturas del fondo) es presumible que este error no tenga mucha importancia. La única fuente de errores (de reducción) serios, pudo residir en la no-linealidad de la cuña. Para descartar esto se verificó la linealidad de la cuña mediante comparación con campos de ennegrecimientos conocidos. Las desviaciones encontradas son del orden de los errores experimentales. Como conclusión puede decirse que los errores sistemáticos son seguramente pequeños, tanto por su monto, como también relativamente al monto de los accidentales.

5. DISCUSION DE LOS RESULTADOS. PERIODOS. — De los trabajos anteriores sobre la variable resulta, sin lugar a dudas, la existencia de un período principal de $0^d111574$. Se ha calculado el instante de los máximos ($\varphi = 0$) de acuerdo a la fórmula de Hertzsprung ¹⁾ :

$$\varphi = 8d^{-1962662} (D. J. - 2426142^{\circ}210) - n^{\circ} \text{ entero} \quad (2)$$

En la figura 1 se ha indicado con trazos verticales, ubicados en el borde superior, la posición calculada de los máximos principales. Resulta evidente un desplazamiento paulatino y

periódico entre los máximos calculados y los observados, de modo que conviene, como primera medida, investigar la longitud del período de esta variación, que llamaremos período secundario.

Para el análisis que sigue hemos utilizado como puntos de referencia, no los máximos, que son de ubicación algo incierta, sino los puntos medios de las ramas ascendentes de las curvas de luz. Estos puntos los designaremos como puntos M, y están dados en la tabla nº 3, junto con sus respectivas fechas julianas, y sus fases calculadas de acuerdo con la fórmula 2. El único punto de ubicación dudosa está marcado con un (:)

TABLA 3

<i>Fecha</i>	<i>Fase</i>	<i>Fecha</i>	<i>Fase</i>	<i>Fecha</i>	<i>Fase</i>
295.755	.806	298.757	.712	304.580 (:)	.901
298.575	.081	300.554	.818	304.690	.887
298.656	.807	300.654	.714	306.683	.750

Si bien el valor exacto del período secundario que se utilizará más adelante ha sido sacado del estudio espectrográfico de Gratton y Lavagnino, no estará demás agregar que, haciendo el análisis habitual de los datos, y ensayando diversos períodos, se llega a la conclusión que el período secundario debe tener una longitud próxima a 0^d377 . Del estudio espectrográfico mencionado se halló como fórmula para la fase secundaria:

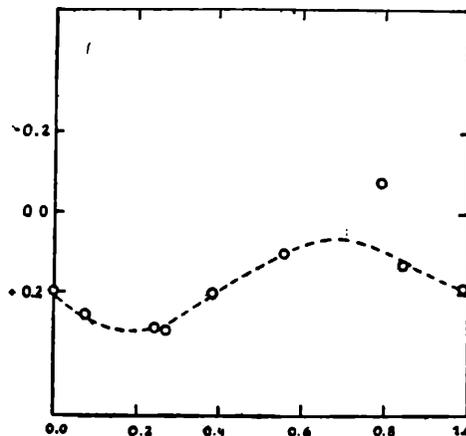
$$\psi = 2d^{-1625} \text{ (D. J.—2433291,}^d417) - n^{\circ} \text{ entero}$$

o sea un período de

$$1/2^d,625 = 0^d381 \pm 0^d002$$

Fig. 2

Desfasamiento de los puntos M (ordenadas) en función de la fase secundaria ψ (abscisas)



Queda por examinar si este período espectroscópico es compatible con las observaciones fotométricas. Para este fin representamos las fases φ y ψ de los puntos M en un gráfico (ver fig. 2). En la figura se ha dibujado en el eje de las abscisas la fase secundaria ψ y en las ordenadas el desfasamiento (positivo o negativo) de los puntos M; este último está expresado en fracción de día. La curva resultante debe ser —y es— “lisa”. Sólo un punto se aparta sensiblemente de ella, pero desgraciadamente no cabe dudar de que está situado de acuerdo a los datos. En la figura siguiente (3, parte superior) están representados los mismos puntos de la figura anterior (círculos abiertos); los puntos negros de la figura se refieren a la misma representación hecha para los datos de la velocidad radial. Como se observa, el acuerdo entre las dos series es perfecto.

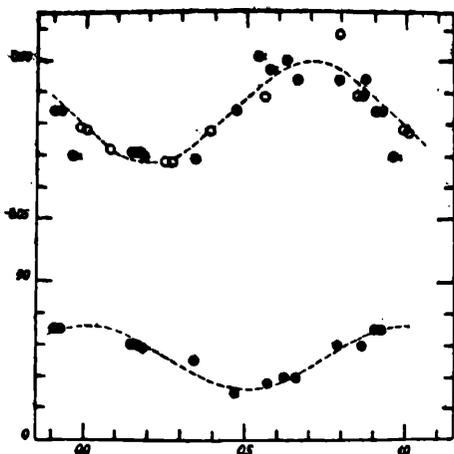


Fig. 3

Desfasamiento de los puntos M (ordenadas) en función de la fase secundaria ψ (abscisas)

Parte superior

Círculos llenos: velocidades radiales.

Círculos claros: magnitudes aparentes.

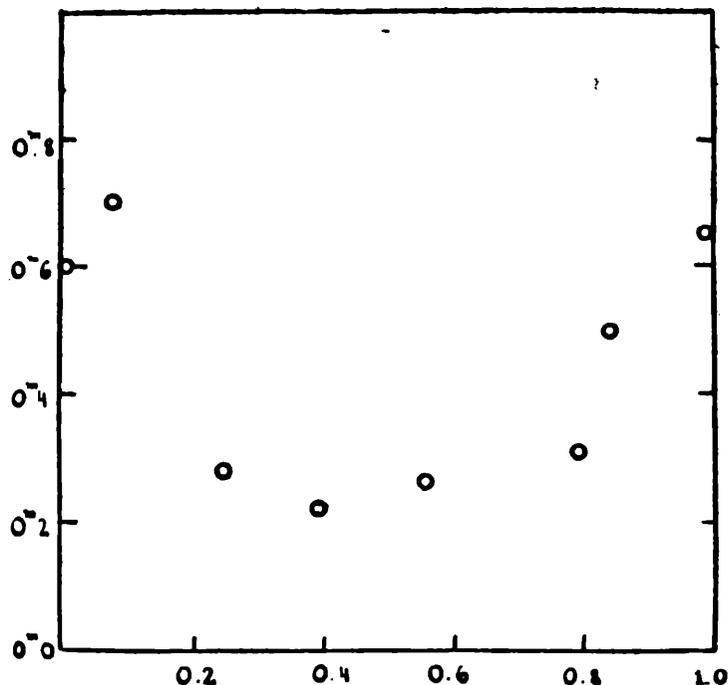


Fig. 4

Amplitud de la curva de luz alrededor de los puntos M y fase de los mismos.

Un segundo control de la exactitud del período secundario lo constituye la correlación entre las amplitudes de la curva de luz alrededor de los puntos M (magnitud en el máximo menos magnitud en el mínimo) y las fases de los mismos. Esto se ha hecho en la figura 4. En las abscisas está representado el período secundario ψ , y en las ordenadas la amplitud. Como se puede apreciar, la dispersión de los puntos es tolerable. No se ha dibujado ninguna curva de interpolación, aunque es evidente que una curva sinusoidal representaría bien los datos. El punto que discrepaba en el gráfico anterior, no muestra ninguna anomalía en éste, lo cual implicaría que se trata de una mala determinación de la fase.

Podemos examinar finalmente la forma de la curva de luz durante el período secundario. Para esto representamos la magnitud bajo la forma.

$$m = f(\varphi, \psi)$$

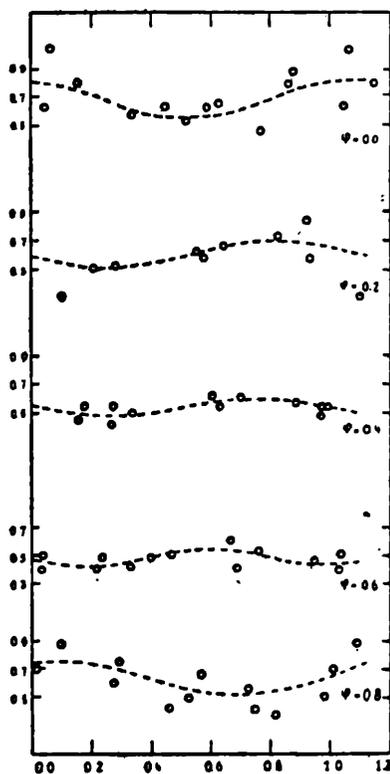


Fig. 5. — Magnitud aparente (abscisas) en función de φ y ψ .

Esto se ha hecho en la figura 5, en la cual se han dibujado cinco curvas, a lo largo de cada una de las cuales φ es constante, tomando desde arriba hacia abajo sucesivamente los valores 0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8. En las abscisas está representado ψ y en las ordenadas, los $-\Delta m$. Como se puede observar, pese a la dispersión de los puntos se aprecian bastante bien las curvas de interpolación. Obsérvese asimismo el desfase progresivo de las distintas curvas. El desfase es paulatino entre $\varphi = 0,0$ y 0,6 para hacerse muy brusco en $\psi = 0,8$. Esto responde a la rápida pendiente de la curva de luz en su rama ascendente. Resultados análogos fueron encontrados por Gratton y Lavagnino en el estudio de la velocidad radial.

Cabe concluir, pues, que el período secundario está bien determinado. El material es indudablemente demasiado escaso para detectar períodos de longitud mayor, mientras que por otra parte es demasiado impreciso para revelar períodos del orden de una hora, que seguramente tendrán amplitud menor. Tales períodos han sido sospechados por Walraven (Comunicación particular).

Es digno de mención el hecho que la importancia del presente trabajo no reside tanto en un control del período secundario, sino en la demostración del paralelismo entre las variaciones luminosas, las espectrales y las de la velocidad radial. Sobre este punto no se insistirá aquí, pues el asunto ha sido expuesto detalladamente en otro lugar.

Deseo expresar finalmente mi sincero agradecimiento al Dr. L. Gratton, tanto por la sugerencia del tema, como por la constante ayuda brindada durante el curso del presente trabajo.

La Plata, marzo de 1952.

B I B L I O G R A F I A

1. HERTZSPRUNG. — B.A.N. tomo 6, nº 224 (1931).
2. ZAGAR. — B.A.N. tomo 8, nº 300 (1937).
3. VAN HOOF. — B.A.N. tomo 8, nº 300 (1937).
4. VAN DYCK. — Zscht. f. Instrumentenkunde, tomo 46, p. 378 (1926).
5. PRAGER. — Kleinere Veröff. Berlín, t. 5, p. 178.
6. HERBIG. — Aph. J. tomo 110, p. 156 (1949).