

terreras españolas. El 65 por 100 de estas víctimas, casi mil trescientas, lo fueron por infringir el Código de la Circulación.

Pero, además del tributo de vidas, estos accidentes le costaron a nuestra Patria por encima de 4.000 millones de pesetas.

DENSIDAD DE LA RED DE CARRETERAS EN DISTINTOS PAISES				PORCENTAJE DE LA RENTA NACIONAL EMPLEADA EN GASTOS DE CARRETERA (AÑO 1958)			
	Km. <sup>2</sup> superficie km. carretera	Núm. vehículos km. carretera	Habitantes km. carretera				
Bélgica	0,3	11,9	98	Austria	2,1	Inglaterra	0,7
Francia	0,8	12,1	68	Suiza	1,5	Turquía	0,7
Suiza	0,8	13,7	104	Suecia	1,4	Grecia	0,5
Alemania Oc.	1,0	24,7	206	Alemania Oc.	1,2	Italia	0,5
Inglaterra	1,1	25,8	241	Francia	0,8	Portugal	0,5
Italia	1,5	22,1	245	Bélgica	0,7	España	0,4
Austria	2,7	37,7	228				
Grecia	2,8	1,9	175				
Suecia	3,1	9,6	52				
Portugal	3,1	7,9	305				
España	4,0	7,0	235				
Turquía	14,2	1,6	489				

**El Plan General de Carreteras.**

Como en el Plan Badajoz o el de Construcciones Escolares, por no citar otros, la renovación y acondicionamiento de nuestras carreteras nacionales se emprende en una operación de gran estilo: el Plan General de Carreteras, que ha comenzado a realizarse el presente año para concluir a finales de 1977. Este gigantesco esfuerzo representa una inversión de 177.638 millones de pesetas.

El Plan afecta preferentemente a la red nacional, que soporta el grueso del tráfico del país y que, a los efectos de aplicación de los diferentes tipos de mejora, se desdobra en:

**RED AZUL.**—Comprende los itinerarios básicos nacionales (carreteras de mayor tráfico).

**RED ESMERALDA.**—Incluida en la "Red Azul", tiene en España nueve de los 106 itinerarios internacionales establecidos por la Conferencia Europea de Ministros de Transportes.

Son los siguientes:

- Lisboa-Paris-Estocolmo.
- Lisboa-Madrid-Berna-Copenhague-Helsinki.
- Burgos-Bailén-Algeciras.
- Barcelona-Tarragona-Valencia-Málaga-Algeciras.
- Villafranca de Xira (junto a Lisboa)-Sevilla.
- Coimbra-La Coruña-Santander-San Sebastián.
- Madrid-Valencia.
- Madrid-Villafranca de Xira-Sevilla.
- Bailén-Granada-Motril-Málaga.

El costo de las mejoras necesarias en nuestras carreteras oscila entre medio millón y doce millones de pesetas por kilómetro.

El Plan supone la construcción de 3.000 kilómetros de autopista. Las amplias autopistas de estos itinerarios internacionales serán verdaderas arterias canalizadoras de divisas aportadas por el turismo de todos los países. Ellas realizarán la variedad y belleza de nuestros paisajes, el valor artístico de nuestros monumentos y —sobre todo—, cumplirán en la Historia de nuestro tiempo el destino que siempre tuvieron los caminos: acercar a los hombres y a los pueblos.

# Horizonte

## LA NUEVA SAVIA DE LA RADIOASTRONOMIA

por FRAY JUAN ZARCO DE GEA, O. F. M.

Hasta 1930 la casi totalidad de nuestros conocimientos del espacio extraterrestre era consecuencia de la observación de las ondas electromagnéticas que impresionan la retina humana, cuya longitud de onda está comprendida entre cuatro mil y ocho mil Angströms. En 1931 un ingeniero de radio norteamericano, K. Jansky, se dio cuenta que el "ruido de fondo" que acusaba su radioreceptor provenía, en parte por lo menos, del exterior de nuestro planeta, poniendo finalmente en claro que era en la dirección del Sol y de la Vía Láctea por donde se agudizaba la intensidad del ruido obedeciendo a la variación sidé-

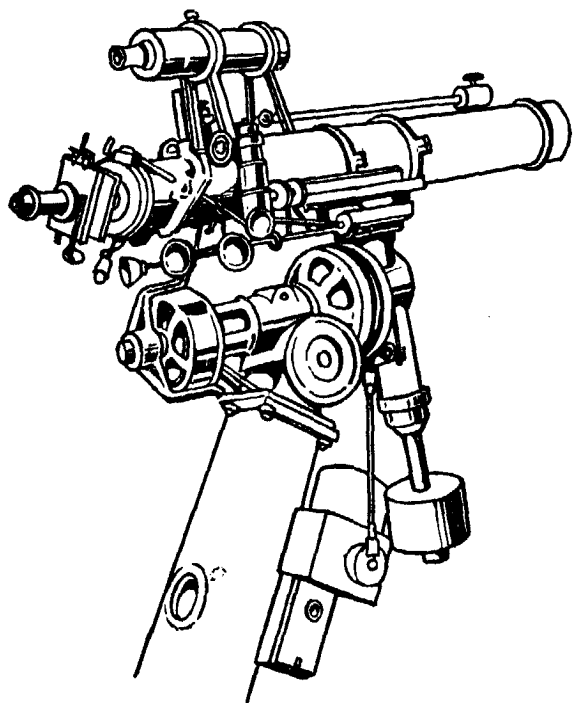
rea diurna. Estas primitivas observaciones constituyen realmente el origen de la radioastronomía, pero los astrónomos no sacaron partido de ellas hasta terminar la última guerra mundial, cuando, pasada la fiebre bélica, se pudo prestar la debida atención al intenso ruido que en la banda de frecuencia de las ondas métricas y decimétricas acusan los receptores de radar al ser orientados hacia el astro rey.

Actualmente, la radioastronomía constituye una ciencia autónoma, en plena pujanza, que cuenta en su haber con abundante cosecha de resultados y fenómenos insólitos que, excitando la imaginación de

Los científicos teóricos, han contribuido a brillantes y atrevidas síntesis cosmológicas.

Así, por ejemplo, hace apenas una quincena de años el joven astrónomo holandés Van de Húlst predijo teóricamente que debía existir una bien definida "raya espectral" de unos veintiún centímetros de longitud de onda (radiomicroondas) producida por los átomos de hidrógeno neutro (no excitado) existentes en los espacios interestelares, y, lo que es más, que tal radiación debía ser fácilmente detectable, como, efectivamente, se consiguió después, suministrando valiosa información sobre la irregular distribución de la materia interestelar y, por ende, acerca de la estructura de la Vía Láctea. Estos resultados han confirmado lo que ya se sospechaba acerca de su forma en espiral con sus brazos que arrastra en su movimiento de rotación y que ópticamente ya se había puesto de manifiesto.

Este y otros muchos éxitos obedecen a múltiples causas. Por de pronto, la radioastronomía no está sujeta a las limitaciones de la astronomía óptica; acaso la más de aquéllas es la casi infranqueable



barrera constituida por las ingentes nubes de polvo estelar distribuidas en nuestra galaxia y con más abundancia en las proximidades de nuestro sistema solar. Estas nubes, opacas para las ondas luminosas, ocultan a nuestra vista muchas regiones del cielo y, entre ellas, una de las más interesantes, o sea, el centro de la Vía Láctea; afortunadamente, estas nubes son totalmente transparentes para las ondas cortas y microondas más corrientemente empleadas en radioastronomía. Esta disciplina, de otra parte, ha conseguido sus mayores éxitos con el descubrimiento y estudio de las primitivamente llamadas "radioestrellas", y, en general, de los manantiales de radiación invisibles o poco visibles; tal es el caso de la corona solar, del ya citado hidrógeno neutro interestelar, o de las lejanísimas galaxias al entrar en colisión, aparte de información importantísima sobre

ciertos fenómenos enigmáticos, como las variaciones del campo magnético terrestre, aparición de auroras polares, origen de los rayos cósmicos, etc. Como toda medalla tiene su reverso, también la radioastronomía ofrece su faceta o aspecto débil; el bajo "poder separador" del único instrumental disponible (radiotelescopios, radiointerferómetros, radiospectrógrafos, etc.) impide a los usuarios medir las distancias de los "radiomanantiales" (impropiamente denominados "radioestrellas", pues su diámetro aparente es casi siempre de algunos minutos de arco) por los métodos trigonométricos utilizados en óptica.

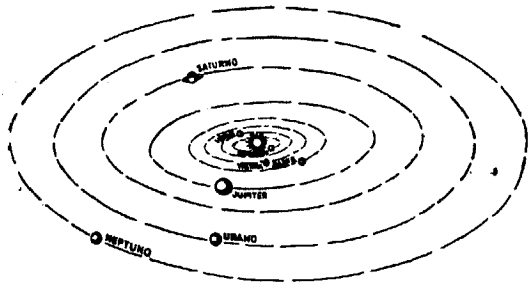
Evidentemente, el método de mayor precisión consiste en encontrar el objeto "visible" radioemisor y determinar su distancia por los consabidos procedimientos ópticos, pero, desgraciadamente, son muy pocos los radiomanantiales que así han podido ser identificados. Existe, sin embargo, un recurso para esta medida de distancias, aunque sólo aplicable a los radiomanantiales situados en nuestra galaxia, y consiste en observarlos en las frecuencias próximas a la de la raya de veintiún centímetros. Si la temperatura de luminosidad (brillo) del manantial es mayor que la del hidrógeno neutro interestelar, éste será "visto en absorción" si se encuentra por delante del manantial y no será visible o visible "en emisión" si está situado detrás. Los valores obtenidos no son, evidentemente, de gran precisión; pero este método puede aplicarse para discriminar si un radiomanantial está situado dentro o fuera de la galaxia.

Para los radiomanantiales extragalácticos, teóricamente podría aplicarse a la raya de veintiún centímetros el método del "corrimiento hacia el rojo", o sea, medir el efecto Doppler provocado por el alejamiento de las galaxias; desgraciadamente, para la gran mayoría de los manantiales la emisión del hidrógeno neutro es demasiado débil para poder ser acusada.

Gracias a los perfeccionamientos introducidos en los radorreceptores y la construcción de antenas-espejos de grandes dimensiones, el número de radiomanantiales clasificados ha aumentado rápidamente en estos últimos años; pero el de los identificados con objetos visibles no excede la docena, a excepción de las nubes de hidrógeno ionizado y de algunas galaxias próximas.

La naturaleza de la gran mayoría de los dos mil radiomanantiales conocidos "todavía constituye un enigma". Las dimensiones del manantial pueden servir de guía para la busca de su objeto óptico correspondiente; todos los manantiales galácticos identificados actualmente son de dimensiones importantes (unos cuatro minutos de arco o más), siendo probable que los manantiales más reducidos sean extragalácticos, pero las grandes diferencias observadas entre las radiodimensiones y las ópticas de los pocos manantiales identificados imponen gran cautela en el empleo de este criterio para la identificación de los radiomanantiales. El mejor de ellos, en el estado actual de la ciencia, es la presencia en el espectro óptico de ciertas anomalías que podría relacionarse

con la existencia de una radiación de origen "no térmico" (entre las térmicas se cuentan las transiciones electrónicas denominadas *free-free* (en inglés) que, según es bien sabido, originan la "radiación de enfrenamiento" (*Bremunstrahlung*); tales son la emisión giromagnética (efecto "sincrotrón"), oscilaciones del "plasma", etc.).



Existen actualmente dos grandes catálogos de radiomanantiales sidéreos, uno confeccionado por el equipo de Ryle y colaboradores, del *Covendish Laboratory* inglés, y el otro por Mills, en Australia, que suministran las posiciones de unos dos mil de aquellos focos radiantes en ondas métricas y de inferiores longitudes de onda; desgraciadamente, existen importantes diferencias en los datos contenidos en uno y otro catálogo, lo que impide prácticamente la identificación de la mayoría de tales focos con "objetos" ópticos. De todos modos, no cabe la menor duda, a pesar de aquella incertidumbre, sobre la existencia de algunos millares de radiomanantiales en el espacio puestos en evidencia con los medios actuales.

Como características esenciales puede decirse que la gran mayoría de aquéllos tienen un pequeño diámetro y una distribución esférica; son "manantiales extragalácticos", constituidos por galaxias "anormales". En cambio, los manantiales de mayor extensión se presentan agrupados más próximos al plano galáctico, existiendo fundados motivos para suponer que forman parte de nuestra galaxia. Gracias a las técnicas radioastronómicas, hoy se sabe que, rodeando a los brazos en espiral de una galaxia existe un halo gaseoso, puesto de manifiesto por su radioemisión en longitudes de onda relativamente grandes (del orden de cinco metros). Este halo, aproximadamente esférico, va adelgazándose al aumentar la distancia al centro de la galaxia, llegando a ser su diámetro superior a los ciento veinte mil años-luz; la densidad de materia es menor que en el disco y está irregularmente distribuida formando nubes, filamentos, etc. (ejemplo típico de ello se encuentra en la nebulosa del Cangrejo).

Y lo que es más importante, con estas "nubes" están asociados "campos magnéticos" irregulares,

cuya intensidad media se estima del orden de los  $10^5$  gauss, siendo algo menor en el halo ya mencionado. La presencia de estos campos magnéticos explicaría las mentadas radioemisiones por efecto "sincrotrón" de los electrones allí existentes; de su intensidad se ha podido deducir su número, así como el de protones, que en el halo viene a ser de una veintena por litro.

Se cree actualmente que muchos de los radiomanantiales son del tipo de la existente en la constelación del Cisne (Cisne A), es decir, correspondientes a "galaxias en colisión", ó, por lo menos, con una fuerte interacción mutua; es el tipo de radiomanantiales cuya relación entre la radioluminosidad y la óptica es la más elevada, siendo, por ello, evidente que su identificación resulta difícil. Por ejemplo, se ha determinado que el manantial del Cisne está situado a ochenta millones de parsecs y que su magnitud óptica es de + 18; considerando un manantial con las mismas luminosidades absolutas radio y óptica, la distancia a la que debería encontrarse, para que se viera con una intensidad mil veces menor que la del Cisne, será  $\sqrt{1.000}$  veces



mayor que la de esta última (unas treinta y dos), o sea, unos dos mil quinientos millones de parsecs. Su luminosidad óptica también habrá que dividirla por mil y, por tanto, su magnitud pasará a ser de + 30. Ahora bien, como el límite de sensibilidad del mayor telescopio óptico actual (el de Monte Palomar) está por la veintitrés magnitud, su alcance no puede rebasar los mil millones de parsecs y, por tanto, el radiomanantial considerado, aunque detectable por su radioemisión, será completamente invisible en los *clichés* impresionados en Monte Palomar.

En una palabra: "Los astrónomos pueden sondear el espacio a mayores distancias mediante las ondas radioeléctricas que con las luminosas", y actualmente se cree que muchos radiomanantiales son realmente galaxias en colisión situadas en el límite o más allá del alcance del telescopio de Monte Palomar. Ello explica el interés creciente despertado en estos últimos años hacia la radioastronomía por todos los que se interesan en el "origen y evolución del universo", pues no cabe la menor duda que será gracias al estudio de las mayores profundidades del cosmos como se conseguirá discriminar y valorizar las varias teorías cosmológicas propuestas hasta la fecha.

Son las personas las que son verdaderas, profundas, vitalizantes. "El orden por el orden castra en el hombre su poder esencial, que consiste en transformar al mundo y a sí mismo. La vida crea el orden, pero el orden no crea la vida."

(A. de Saint-Exupéry: *Lettre à un Otage*, página 60.)