

**DISCURSO DE CONTESTACION**

Por el

**EXCMO. SR. D. JUSTINIANO CASAS PELAEZ**

**Presidente de la Academia**

*Excmos. e Ilmos. Sres.,*

*Señoras y señores:*

Constituye para mí una gran satisfacción dar la bienvenida a la Academia al Prof. D. Rafael Cid Palacios, querido y docto compañero que viene a compartir nuestras tareas.

El Prof. Cid Palacios nació en Vigo el 22 de octubre de 1918, terminando su licenciatura en Ciencias Exactas en 1944, y su doctorado en 1948 en la Universidad de Madrid.

En el año 48 comienza su tarea docente como Ayudante de Astronomía en la Universidad Central, interrumpiéndola tan sólo en los años 49 al 52 por haber sido, como Meteorólogo por oposición del cuerpo facultativo, destinado a Las Palmas de Gran Canaria. En el curso 52-53 se incorpora a la Universidad de Zaragoza en cuya Facultad de Ciencias desempeña ayudantías y encargos de curso de Geometría y Astronomía, ganando en 1957 por oposición la Cátedra de Astronomía de esta Facultad, a la que se incorpora definitivamente.

La penuria de personal docente en aquella época hace que el prof. Cid tenga que ayudar en todo, por lo que su curriculum está lleno de títulos de cursos de las más variadas disciplinas que él tuvo que impartir, siempre con la exigencia y el rigor que le son proverbiales.

Tampoco le ha faltado, como consecuencia de sus cualidades, tener que sufrir la penalidad de ejercer cargos de gobierno como los de secretario, vicedecano y decano de la Facultad de Ciencias, director del Instituto de Ciencias de la Educación y director del Departamento de Física de la Tierra y del Cosmos, en todos los cuales ha dejado el grato recuerdo de su honradez y hombría de bien, de lo que soy testigo de excepción por haber tenido la suerte de contar con su serena y valiosa colaboración durante mi rectorado en esta Universidad.

En relación con su curriculum científico puede decirse que el Prof. Cid tiene una capacidad de trabajo excepcional a juzgar por la intensa labor in-

investigadora que ha podido realizar con los más exiguos medios, por lo que ha merecido la elevada reputación de que hoy disfruta como científico, tanto en España como fuera de nuestras fronteras en lo que a la temática de su especialidad respecta.

Sus publicaciones consisten en cuatro libros: "Mecánica Teórica" -2 tomos-, en colaboración con Iñiguez Almech. "Curso de Mecánica", en colaboración con Camarena. "Curso de Astronomía", y "Curso de Mecánica Celeste".

Ha publicado 50 trabajos científicos en las principales revistas del mundo sobre variados problemas de Matemáticas, Mecánica, Mecánica Celeste y Astronomía, así como sobre las órbitas de satélites artificiales y sus perturbaciones, con un largo y especial apartado sobre las órbitas de estrellas dobles visuales.

Una docena de tesis doctorales que han merecido las más elevadas calificaciones adornan su ejecutoria, así como un crecido número de tesis de licenciatura.

Numerosos discípulos suyos han alcanzado elevados puestos en la docencia universitaria y en equipos de investigación.

El propio Prof. Cid, debido a esta importante tarea desarrollada, ha sido distinguido, prestigiando con ello a nuestra Universidad, con invitaciones a comisiones y tareas de investigación en centros extranjeros de reconocido nivel. Por citar algunos podemos reseñar el haber sido llamado a dar conferencias en el Instituto de Astrofísica de París; a dar cursos y seminarios sobre Mecánica celeste en la Universidad de Toulouse durante varios años, o la invitación por la Organización Europea de Investigación del Espacio (ESRO) para efectuar durante varios meses en la Oficina de Longitudes de París, en 1965, trabajos conducentes a la preparación del programa para el cálculo de la órbita del satélite D-1, habiendo representado a España, además, en numerosos congresos internacionales, en los que ha pronunciado conferencias invitadas sobre su especialidad.

El Prof. Cid acaba de ofrecernos con su discurso de ingreso un valioso documento sobre el estado actual del problema de las estrellas dobles visuales, centrándolo en lo que a determinación de órbitas respecta. Como hemos podido ver el Prof. Cid es un docto en esta materia, como lo demuestra el haber publicado más de una docena de trabajos sobre el particular tratando de disminuir el número de parámetros necesarios para determinarlas; ello hace que los últimos progresos sobre esta materia en el mundo vayan ligados al nombre de Cid Palacios.

Sus trabajos, hay que hacer notar, no sólo reseñan valiosas especulaciones y conclusiones sobre el tema, sino que en ellos a menudo se dan directrices para futuras investigaciones, lo que acrecienta notablemente su valor científico.

Que el Prof. Cid ha hecho mucho por la Universidad de Zaragoza, y que en todo lo dicho se encierran méritos para que nuestra Corporación se sienta honrada contándolo a su seno, es evidente.

Para mi personalmente, la documentada intervención del Prof. Cid comporta además un aspecto emocional como consecuencia de que la Óptica y la Astronomía han sido siempre compañeras inseparables, siendo una importante parcela de la Óptica esencialmente estimulada por la Astronomía.

El ojo es el receptor que más emplea el hombre en adquirir información del mundo exterior. Se estima hoy que más del 70% de la información que el hom

bre recibe del exterior la obtiene a través de la vista, y en este aspecto el hombre tuvo siempre tres grandes aspiraciones: ver las cosas infinitamente lejanas, es decir, penetrar en la sobrecogedora grandiosidad del firmamento; ver las cosas extraordinariamente diminutas, cual es el problema de la microscopía, y ver en la noche oscura. En los tres campos ha llegado a conquistas relevantes aún cuando en todos le quedan muchas cosas por hacer.

En microscopía se ha llegado por vía de la microscopía electrónica a algo tan sorprendente como son los microscopios con 500.000 aumentos resolubles; sin embargo, el progreso en esta vía tropieza en el momento actual con un muro infranqueable debido a que las radiaciones extracortas como los rayos X y  $\gamma$  no son fáciles de focalizar, y el microscopio de protones no puede ser una realidad a causa de su difícil penetración en la materia y a los problemas inherentes a su interacción.

En cuanto a la mejora de la visión nocturna, que es el mismo problema que la Astronomía tiene en la percepción de débiles señales, como son siempre las que llegan de los objetos astronómicos distantes, la cuestión ha venido a resolverse con los convertidores e intensificadores de imagen, instrumentos que combinando el efecto fotoeléctrico, la focalización electrónica y la fluorescencia, junto con la multiplicación de electrones en una placa microcanal, pueden en una sola etapa de amplificación multiplicar el reparto de luz en una imagen por un factor  $10^4$ , lo que convierte en visibles imágenes extraordinariamente débiles.

También aquí encontramos una grave limitación con el ruido de fondo, en cuya eliminación o atenuación se investiga denodadamente.

El progreso de las ciencias experimentales se encuentra siempre supeditado a los progresos en la carrera de instrumentos, en lo que no es excepción la Astronomía, siempre dependiente del avance en telescopios y otros instrumentos ópticos.

En cuanto a los telescopios visuales pudiéramos decir que los astrónomos de la antigüedad fueron los primeros ópticos del mundo toda vez que derrocharon un gran ingenio en hacerse sus propios telescopios, como los hicieron Galileo, Repler, Newton y Herschel.

De los propios astrónomos sale también el evento científico que va a determinar en el futuro el camino a seguir, no sólo para la perfección de los telescopios, sino de todos los instrumentos ópticos; en 1835, el astrónomo inglés Sir George AIRY formula la teoría matemática de la estructura de la mancha de difracción producida en el punto imagen de un instrumento con pupila de salida circular, que ha sido y sigue siendo la base de toda la moderna teoría difraccional de las imágenes, tanto para objetos puntuales como extensos, así como del poder resolutivo, manejada en conexión con el análisis de Fourier.

De la fórmula que da el poder resolutivo angular para dos puntos con emisión incoherente

$$\phi = \frac{1.22 \lambda}{D}$$

se llega a la fácil conclusión de que como en la emisión estelar no podemos gobernar la longitud de onda, la construcción de telescopios capaces de dis-

cernir cada vez más elementales y débiles detalles queda supeditada al aumento del diámetro de sus objetivos, lo que ha conducido a telescopios tan disformes como el de Monte Palomar con un espejo de 5 m. de diámetro y un peso de 15 Tm., dificultando con ello considerablemente la estabilidad de las estructuras que lo soportan.

Si se tiene en cuenta como señala el prof. Cid en su discurso que la precisión en las medidas astronómicas para la observación de estrellas dobles debe llegar a las centésimas de segundo de arco, lo que exige una estabilidad del orden de  $0,1 \mu$ , se comprende que este límite es fácilmente sobrepasado por deformaciones elásticas o dilataciones por cambios de temperatura, lo que ha constituido un gran estímulo para el progreso en la producción de nuevos materiales ópticos, habiéndose conseguido vidrios de tipo cerámico (CER-VIT) cuyo coeficiente de expansión térmica es prácticamente nulo.

Análogamente se ha progresado en el diseño de dispositivos que den estabilidad a lentes y prismas, habiéndose llegado inclusive a subdividir el espejo fundamental en un conjunto de espejos acoplados con foco común. Esta estabilidad es imprescindible sobre todo cuando por métodos espectroscópicos se estudian velocidades radiales estelares, en lo que cualquier mínimo desplazamiento puede conducir a graves errores.

Otro de los inconvenientes con que el astrónomo tropieza a la hora de hacer sus minuciosas observaciones es la inestabilidad atmosférica que con sus turbulencias y variaciones del índice de refracción afecta poderosamente a la calidad y nitidez de las imágenes. Afortunadamente para nosotros España es uno de los pocos países del mundo que cuenta con lugares donde la estabilidad atmosférica es extraordinaria, por lo que muchas naciones están intentando permisos y convenios para montar en nuestro suelo sus observatorios.

Los últimos proyectos con vistas a evitar la perturbación atmosférica, consisten en montar todo un observatorio astronómico, incluso un telescopio de 3 m. de diámetro en un Sky-Lab.

De los telescopios para la observación visual con toda su problemática de adaptación de los instrumentos de medida a la requerida exactitud para usos astronómicos, se ha pasado a los astrómetros, es decir, instrumentos telescópicos destinados a la observación estelar por medio de placas fotográficas, lo cual representa determinadas ventajas para el astrónomo, como son el poder hacer observaciones secuenciales que quedan registradas permanentemente siendo susceptibles de ser procesadas por medio de un ordenador, lo que es imposible con las observaciones visuales. Por otra parte el progreso en la calidad y poder resolutivo de las placas fotográficas ha sido tan espectacular que sobre ellas se pueden realizar medidas con extraordinaria exactitud. En la actualidad se dispone de placas con un poder resolutivo de 3000 líneas por milímetro, lo que en un telescopio de 10 m. de focal de objetivo supone una milésima de segundo de arco, a lo que difícilmente se llega por defecto de calidad en la instrumentación.

El convertir los telescopios en cámaras fotográficas ha supuesto para los ópticos redoblar sus esfuerzos en conseguir instrumentos que se ajusten en calidad a la demanda astronómica con la más esmerada corrección de aberraciones, pues este nuevo uso comporta la exigencia de todos los objetivos fotográficos

de dar la misma calidad de imagen en todo el campo, lo que impone sistemas complejos con abundantes lentes que disminuyen notablemente el rendimiento fotométrico contrariamente a las necesidades de la astronomía.

Las soluciones en refractores, que son los empleados en la observación de estrellas dobles visuales, se ha reducido al empleo de cuatro lentes como máximo, mientras que en reflectores se han conseguido instrumentos como la cámara de Schmidt o el espejo de Maksutov que resuelven el problema con una sola lente y un espejo, aun cuando le quedan inconvenientes insalvables a tan sencillos sistemas como son la curvatura de imagen y la obturación central.

Siempre se ha estimado que la Óptica es capaz de proporcionar las técnicas de medida de mayor precisión, y la tecnología de medidas de la mayor precisión hasta ahora encontrada consiste en conducir los problemas a una solución por métodos interferenciales, lo que se ha generalizado de tal modo que su uso llega desde las máquinas herramientas hasta el quehacer astronómico.

En 1862, Fizeau sugiere por primera vez la idea de aplicar los métodos interferenciales a la astronomía, problema en el que se embarca inmediatamente A. Michelson, poniendo a punto en 1920 su famoso interferómetro para la medida de diámetros estelares por coincidencia de franjas.

En el mismo año, J. Anderson lo aplica a la medida de estrellas dobles con gran rendimiento, sobre todo con las perfecciones introducidas para este fin por Finsen y Danjon, resultando el método tan prometedor que en el momento actual se sigue perfeccionando y extendiendo su utilización.

En radioastronomía, hasta hace poco tiempo se ha venido utilizando la radiointerferometría convencional en la cual las antenas están unidas por cable o por microondas para poder correlacionar las señales en tiempo real y obtener las franjas de interferencia, pero este procedimiento viene limitado por las perturbaciones que en la fase introduce la unión óhmica conforme la línea aumenta en longitud. En el caso de enlace por microondas, el límite viene fijado por la necesidad de la unión visual, lo que en ambos casos reduce la longitud de base máxima a unos 100 Km. con lo que se alcanzan resoluciones del orden de la décima de segundo.

El progreso en el aumento de la base ha conducido a la puesta a punto de la Interferometría de muy larga base (VLBI). En ella se evita la conexión directa de antenas registrando las señales en cada estación con las de un reloj estándar, que en este caso es un reloj atómico construido con un máser de hidrógeno, cuya precisión es mejor que un microsegundo en un año. Los relojes están sincronizados y las franjas de interferencia se obtienen correlacionando las señales por medio de un computador.

Utilizando líneas de base intercontinentales como la usada por España de 7000 Km. (Madrid-Goldston (California)) se logra para una longitud de onda de 13 cm. una resolución mejor que  $10^{-4}$  segundos, lo que equivale a poder delimitar un balón de fútbol a 600.000 Km. de distancia.

Desde el punto de vista astrométrico, la medida precisa de posiciones al nivel del milisegundo de área, permitirá la definición de un sistema inercial de referencia basado en fuentes extragalácticas compactas así como la determinación de paralajes y parámetros de movimientos con elevadas precisiones a distancias del orden de 3000 años luz.

Estos dispositivos para medidas astronómicas revierten a su vez a los problemas terrestres, encontrando la Geofísica en esta instrumentación un auxiliar formidable que le permite, p.e., determinar la posición del polo con menor error que 5 cm. o el periodo de rotación de la Tierra con precisión de 100  $\mu$ seg., así como resolver con precisión insospechada una serie de problemas de geodinámica que de otro modo era imposible.

En una palabra, pudiéramos decir que la Astronomía, la vieja ciencia, sigue siendo igual de apasionante y de joven que en el principio de la historia del hombre, y aún diría que mucho más si cabe.

Y aquí debo hacer punto final, en el convencimiento de que el Prof. Cid, colaborador asiduo de nuestra Revista, se da cuenta de la responsabilidad que acepta haciéndonos el honor de venir a compartir nuestros trabajos y que también aquí, como en todo aquello donde él interviene, será puesta de manifiesto su proverbial diligencia. Por todo ello, en nombre de la Academia me complace expresarle el más vivo agradecimiento.