

# ACOTACIONES SOBRE EL DESARROLLO TEMÁTICO Y TECNOLÓGICO DE LA ASTRONOMÍA\*

por  
Jorge Sahade\*\*

## Resumen

Sahade, J.: Acotaciones sobre el desarrollo temático y tecnológico de la Astronomía. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 18 (68): 23-27, 1991. ISSN 0370-3908.

Se presenta una síntesis de los avances logrados por la Astronomía desde el siglo XVII hasta nuestros días, enriquecida con comentarios sobre la transformación de la técnica astronómica:

## Abstract

The advances of astronomy from the XVII century until present are discussed together with the importance of the development of the modern astronomical technics.

La Astronomía es, sin duda alguna, la más antigua de las ciencias, porque el hombre debió comenzar a indagar sobre el Universo desde el momento mismo en que apareció sobre la Tierra y contempló el espectáculo maravilloso de la bóveda celeste y la sucesión del día y de la noche.

En el curso del tiempo el cultivo de la Astronomía ha ido pasando por distintas etapas tanto desde el punto de vista organizativo, como desde el punto de vista temático y tecnológico, los dos últimos, en gran medida, estrechamente vinculados entre sí. Trataré, de ofrecer una revista rápida en relación con estos dos últimos aspectos del desarrollo

astronómico, dejando, para el final, el hacer un breve comentario sobre los aspectos organizativos.

Hasta Galileo —comienzos del siglo XVII— la observación se efectuaba a ojo desnudo, llegándose a constituir instrumentos y observatorios muy ingeniosos para poder determinar las posiciones de los objetos celestes y el movimiento de los planetas. Dichos instrumentos estaban dotados de círculos graduados y/o de miras y las posiciones estaban referidas al plano del horizonte o al Ecuador o al de la eclíptica.

En un principio, la creencia de que se podría predecir el futuro con base en las posiciones de estrellas y planetas, las actividades de carácter religioso y las necesidades de la vida diaria, incluso las relacionadas con los viajes por tierra y también por mar, influyeron fuertemente en las características y en la orientación de la Astronomía. Pero, como anotan Struve y Zebergs en el Prefacio de su "Astronomy of the 20th Century", allá por el siglo VII

\* Estudio pronunciado en el recinto de la Academia el 24 de octubre de 1990 con ocasión de su posesión como académico correspondiente extranjero.

\*\* Observatorio Astronómico, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad de La Plata, 1900 La Plata, Argentina.

la Astronomía era ya reconocida como una ciencia verdaderamente científica.

De esa primera era de la Astronomía, de la Astronomía anterior a Galileo, debemos destacar la revolución conceptual que significó la teoría heliocéntrica del mundo propuesta por Copérnico, que apareció en letras de imprenta en 1543.

La construcción del primer telescopio refractor por Galileo a principios del siglo XVII, marca otra profunda revolución en la Astronomía. La observación seguía siendo visual pero era posible ya observar objetos y fenómenos débiles, algunos detalles de la superficie del Sol y de la Luna y, por consiguiente, ampliar nuestro conocimiento del Universo y ampliar la gama de interrogantes cuya respuesta debíamos intentar. Galileo descubrió las manchas solares, la rotación del Sol, lo accidentado de la superficie lunar, los anillos de Saturno, los cuatro satélites mayores de Júpiter y su movimiento orbital alrededor del planeta, las fases de Venus, la constitución estelar de zonas aparentemente nebulares de la Vía Láctea . . .

El telescopio de tipo refractor más grande que se haya construido hasta la fecha tiene un objetivo de un metro de diámetro y pertenece al Observatorio Yerkes de la Universidad de Chicago, en los Estados Unidos.

En la segunda mitad del mismo siglo XVII, Gregory concibe el telescopio reflector, en que los elementos ópticos están constituidos por superficies reflectoras, cuya construcción no requiere material óptica y dinámicamente homogéneo, como sucede en el caso de las lentes, ni la luz debe atravesar espesores absorbentes, crecientes con el diámetro. La construcción de telescopios adquirió un gran impulso con esta invención y, en la actualidad, el telescopio reflector de mayor diámetro existente en el mundo es de 6 metros. Este instrumento pertenece a la Unión Soviética y está ubicado en los Montes Cáucasos. Existen telescopios de mayor diámetro, que están en construcción, pero con una concepción y una tecnología totalmente nuevas.

A este desarrollo instrumental del siglo XVII, se unió, dos siglos después, una invención de tremenda importancia, la invención de la placa fotográfica, en 1839, y, particularmente de la placa fotográfica seca, treinta y dos años más tarde. Entonces ya era posible registrar la observación, exponer el objeto o la zona que se observa durante un cierto tiempo, es decir, observar objetos más débiles que los que puede detectar el ojo humano, y analizar los datos de observación en la tranquilidad del gabinete de estudio del astrónomo.

La utilización de la placa fotográfica en lugar del ojo en la observación astronómica significó otra trascendental revolución en nuestra ciencia y trajo aparejado un progreso muy significativo para la actividad investigativa, como resultado de un auge ex-

traordinario en la construcción de telescopios, que fue notable durante el siglo XIX.

No sólo la invención del telescopio y la invención de la placa fotográfica influyeron grandemente en la evolución de la Astronomía.

Como hemos dicho, en un principio los estudios astronómicos estaban referidos a posiciones y movimientos y, por consiguiente, la Astronomía estaba vinculada necesariamente con las Matemáticas. Esta tradición se mantuvo en nuestros países durante mucho tiempo en cuanto se refiere a la enseñanza, a nivel secundario, de los conocimientos astronómicos.

Casi al mismo tiempo que se concebía el telescopio reflector, ampliando las posibilidades de la Astronomía, Newton descubre la refrangibilidad de la luz, y a principios del siglo XIX (1814) Fraunhofer observa el espectro del Sol, hecho que marca al nacimiento de la Astrofísica, una rama dinámica de la Astronomía. El énfasis ahora está en el análisis espectral —facilitado luego por la utilización de la placa fotográfica— en una temática relacionada con las características físicas de los objetos celestes, la temperatura superficial, la rotación, la composición química de las atmósferas, descubriéndose la existencia de atmósferas muy extendidas en algunas estrellas, de sistemas físicos de dos estrellas con componentes separadas por distancias del orden de los radios, del movimiento de recesión de las galaxias, etc., etc.

En esta rápida revista de la Astronomía desde distintos puntos de vista, destaquemos algunos resultados importantes de la Astronomía Física, a saber:

1. la confirmación, en 1889, del carácter binario de Algol, la estrella  $\beta$  de la constelación del Perseo, que había sugerido Goodricke para explicar las variaciones de brillo que había observado a ojo desnudo, las cuales eran periódicas y respondían a un período de poco menos de 3 días;
2. la absorción interestelar, en 1904;
3. el descubrimiento, en 1912, de la relación período-luminosidad entre las estrellas llamadas cefeidas, tipo de estrellas variables que fueron materia de investigación en Bogotá hasta hace muy pocos años;
4. el descubrimiento de la primera estrella enana blanca, en 1914;
5. la confirmación de la teoría de los universos islas o, dicho de otro modo, de la naturaleza extragaláctica de las "nebulosas espirales", interrogante que había dado lugar a un histórico debate en la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, el 26 de abril de 1930,

entre dos eminentes figuras, los Dres. D.H. Curtiss, del Observatorio Lick, y H. Shapley del Observatorio de Harvard;

6. la ley del corrimiento hacia el rojo de las galaxias, en 1929;
7. la estructura espiral de la Galaxia, en 1951;
8. el descubrimiento de los cuasares en 1960.

Después de la Segunda Guerra Mundial, la Astronomía se enriquece con la actividad de una nueva rama, la Radioastronomía, que, en realidad, había nacido en 1931-32 con el descubrimiento accidental por Jansky de ondas de radio provenientes del centro de la Galaxia. La Radioastronomía ha permitido extender el rango espectral en que se podían estudiar los objetos celestes, al de las longitudes de onda del orden de los metros, centímetros y ya también milímetros y, entre otras cosas:

1. confirmar espectacularmente la estructura espiral de la Galaxia;
2. descubrir las estrellas de neutrones o pulsares, en 1967;
3. descubrir la existencia de nubes moleculares en el espacio interestelar, las que, según un reciente comunicado de prensa del Observatorio Europeo Austral, podrían ser la explicación del denominado problema de la materia oscura en el Universo;
4. descubrir la radiación de fondo remanente de la Gran Explosión, correspondiente a  $3^{\circ}\text{K}$ , en 1964.

El advenimiento de la era espacial dio a la Astronomía la posibilidad de estudiar el espectro electromagnético en rangos de energía que son absorbidos por la atmósfera terrestre y aparecieron las denominadas Astronomías no visibles, es decir, la Astronomía ultravioleta, la Astronomía X, la Astronomía  $\gamma$ , la Astronomía del infrarrojo lejano. Y, como consecuencia, los progresos en nuestro conocimiento del Universo han sido espectaculares, tanto en lo que se refiere al Sol como al resto de los objetos celestes.

El satélite para radiación X denominado Uhuru, por ejemplo, permitió que se pudiera identificar la mayoría de los emisores intensos en X que ya se conocían o que se descubrieron, con sistemas binarios cerrados en etapas avanzadas de su evolución, un conocimiento absolutamente inexistente con anterioridad.

El satélite científico más exitoso que se haya lanzado hasta la fecha es el Explorador Ultravioleta Internacional (IUE) que ya lleva doce años operando sin interrupción en el espacio y proporcionando información valiosa en el dominio ultravioleta de

energía. Un resultado muy importante que se ha obtenido se refiere al hecho de que todas las estrellas pierden masa en mayor o menor escala. Los valores máximos de la pérdida de masa parecen ser del orden de los diez milésimos de la masa del Sol por año, es decir, unos 200 trillones de toneladas por año.

Todos recordamos el último retorno del Cometa Halley en 1986, y cómo se logró avanzar en el conocimiento de estos objetos mediante la información proporcionada por seis naves espaciales, la más importante de las cuales fue la bautizada con el nombre de Giotto, un emprendimiento de la Agencia Espacial Europea, que pasó a sólo 600 kilómetros del núcleo del cometa.

Y todos recordamos también la hazaña del Voyager 2 que fue lanzado al espacio el 20 de agosto de 1977 y pasó por las cercanías de Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, llegando a unos 5.000 kilómetros de éste último el 23 de agosto de 1989, después de recorrer en 12 años, la distancia de 7.250 millones de kilómetros, con una desviación de unos 5 kilómetros por encima y de unos 32 kilómetros a un costado del punto de pasaje previsto. Todo un acontecimiento técnico que proporcionó datos importantes sobre el sistema planetario como, por ejemplo, el hecho de que no sólo Saturno posee anillos, sino que también los tienen Júpiter, Urano y Neptuno.

Aún corriendo el riesgo de extenderme demasiado, no puede menos que mencionar el Telescopio Espacial Hubble que, una vez superados los problemas que presenta en estos momentos y se pueda utilizar con la resolución espacial y temporal para la que fuera proyectado, esperamos nos permita penetrar en el espacio a distancias que hagan posible observar galaxias tal como eran cuando el Universo era joven, recién formado. Entonces podremos tal vez contestar interrogantes tales como qué ocurrió en el primer billonésimo de segundo después de la Gran Explosión, y si el Universo es cerrado o abierto. Tal vez podamos observar planetas comparables a Júpiter describiendo órbitas alrededor de estrellas cercanas y tal vez podamos dilucidar el problema de la masa del halo de la Galaxia.

Existen muchos problemas, muchos interrogantes que aguardan respuesta, y, para lograrla, se han proyectado muchos experimentos espaciales, algunos ya concretados, otros en marcha, otros esperando ser financiados . . .

Volvamos por un momento al tema de los detectores utilizados en la observación astronómica. Para no detenerme en una enumeración exhaustiva de los tipos de detectores que se han venido utilizando en Astronomía en los últimos tiempos, permítanme hacer referencia simplemente al hecho de que a comienzos de la década del 80 apareció el detector electrónico denominado Dispositivo de Carga Acoplada, más conocido por la sigla en inglés,

CCD, que ha significado otra revolución de características extraordinarias para la Astronomía. Su eficiencia es del 80%, comparada con el 1% de eficiencia que tiene la placa fotográfica. Se trata de un detector muy estable, con respuesta lineal y elevada relación señal/ruido. Así, un telescopio pequeño equipado con CCD puede utilizarse para estudiar objetos mucho más débiles que un telescopio grande que utiliza la placa fotográfica como detector.

Desarrollos técnicos recientes —se anunciaron recién el año pasado— han conducido a un avance adicional que merece un calificativo más elocuente que el de extraordinario.

Uno de los inconvenientes de la observación convencional que condujo a que se diseñara el Telescopio Espacial Hubble para observar también en las zonas del espectro que son observables desde Tierra, es que las imágenes estelares siempre son mayores que el límite de difracción del instrumento. Y las imágenes son más grandes que lo que debieran ser —lo que disminuye la resolución espacial y temporal del telescopio— porque:

- a. el material de la óptica tarda en alcanzar equilibrio térmico con el medio ambiente o no lo logra en forma homogénea;
- b. porque en la cúpula y en el telescopio mismo se generan fuentes de calor que, a su vez, generan turbulencia en el entorno del telescopio, y
- c. porque la atmósfera terrestre está caracterizada por movimientos turbulentos que distorsionan las imágenes.

Estos tres inconvenientes han sido ya superados, el tercero por lo menos en gran medida, mediante desarrollos técnicos que ya se están aplicando a los telescopios desde el año pasado. Con la utilización de las ópticas llamadas "activas" y "adaptables" se obtienen imágenes de una calidad y de una definición tales que cualquier observación conduce a nuevos descubrimientos y ofrece información imposible de conseguir antes.

La tecnología ha avanzado de tal manera que los métodos de observación son totalmente distintos de los que se utilizaban todavía hace un quinquenio.

Además, las posibilidades que ofrece al astrónomo el uso de las computadoras u ordenadores para reducir y procesar la información permite obtener resultados antes imposibles. Por ejemplo, podemos sumar o restar espectros, aplicando o no pesos, hacer correlación cruzada, alinearlos, alisarlos, etc., etc., en un tiempo mínimo y llegar a aprovechar el material observacional con mayor eficiencia que utilizando los métodos convencionales.

Vivimos, pues, en una época que es maravillosa, por las posibilidades que nos ofrece y por las facilidades que ha puesto en nuestras manos.

Paralelamente a esa transformación de la técnica astronómica, también ha ido transformándose el tipo y el origen del apoyo que la actividad requiere para seguir avanzando.

En un principio, la actividad astronómica era sostenida por señores pudientes, por la nobleza, luego por los gobiernos nacionales. En la época en que se empezaron a construir los grandes telescopios en los Estados Unidos, la financiación provenía de donaciones, de legados de gente con fortuna cuyos nombres pasaban así a ser recordados para siempre, como Lick, Yerkes, etc. Esta etapa parece haber llegado a su fin —los objetivos son ahora más ambiciosos y los costos más elevados— y ha sido sustituida por otra en que los observatorios surgen de asociaciones nacional o internacionales, según el caso. Estados Unidos nos proporciona ejemplos de Observatorios Nacionales, como el de Kitt Peak, que forma parte de la red NOAO, y Europa nos proporciona el ejemplo del Observatorio Europeo Austral, observatorio internacional, que es sostenido por los países miembros (ocho en total) que aportan anualmente una parte del presupuesto del Observatorio en proporción a sus presupuestos nacionales.

Quisiera finalizar haciendo algunas acotaciones respecto a la Astronomía en América Latina y su futuro. América Latina posee una tradición de larga data en el campo de la Astronomía. Muchos de sus astrónomos han sido y son muy activos y han contribuido en forma importante al conocimiento del Universo. Y si bien en el momento de partida contábamos con facilidades comparables con las existentes en el resto del mundo, no hemos podido mantener el ritmo de crecimiento y de actualización de los recursos instrumentales y técnicos que caracterizan a nuestra época.

Hace algunos años Europa enfrentaba un problema similar en cuanto al nivel de desarrollo de su Astronomía observacional en relación con los Estados Unidos. Y, entonces, un grupo de astrónomos eminentes de varios países europeos —las conversaciones comenzaron en 1953— decidieron realizar el esfuerzo de lograr una integración regional para crear un gran observatorio en el hemisferio austral, el cual se concretó en el norte de Chile, dieciséis años después, en 1969, con una dotación de solamente un par de telescopios modestos. Hoy en día el Observatorio Europeo Austral es el observatorio más grande y más moderno del mundo, con una tecnología de avanzada y proyectos en marcha de una envergadura que se asienta en la solidez de sus recursos humanos, técnicos y financieros.

El mensaje que nos transmite este hecho es claro y elocuente. Aun con las diferencias en recursos y con los problemas que enfrentan nuestros

países creo que hay que aprovechar una experiencia tan palpable y comenzar a edificar el futuro.

Así podremos participar activa y eficientemente "en el progreso y el movimiento de las cien-

cias naturales" so pena, como decía el Presidente Sarmiento al inaugurar el Observatorio Astronómico Nacional Argentino en 1871 de "tener que renunciar a considerarnos pueblos civilizados".