

Este artículo se publicó en el Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid para el año 2020.

EL ANUARIO DEL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE MADRID

Pere Planesas

Precursores de los anuarios

La caída del imperio asirio hacia mediados del primer milenio antes de nuestra era dio lugar unas décadas después al inicio de una época de dominio babilónico bajo los persas que favoreció el florecimiento de la astronomía al potenciar la predicción de los fenómenos celestes con propósitos astrológicos. Pasar de la mera observación y el registro de los fenómenos celestes habitual en épocas anteriores a su predicción supuso un gran cambio conceptual: el de aceptar la idea de que es posible predecir los complejos movimientos del Sol, la Luna y los planetas, e impulsó el desarrollo de modelos aritméticos que permitían calcular sus efemérides: salidas, puestas, épocas de visibilidad, conjunciones, eclipses lunares, etc. En esa época también se compilaron los primeros almanaques con listas de visibilidades, posiciones en signos del zodíaco y efemérides relacionadas con salidas y puestas de los astros.

Tras la conquista de Mesopotamia por Alejandro el Magno los conocimientos astronómicos mesopotámicos fueron aprovechados por astrónomos griegos, quienes desarrollaron modelos físicos del universo y aplicaron una cada vez más sofisticada geometría a los cálculos de efemérides y a la realización de medidas, siendo sorprendentemente buenas sus determinaciones del tamaño de la Tierra y el de la Luna, y la distancia a esta. Entre los sabios de la época destaca Hiparco de Nicea, el más brillante de todos y posiblemente el primero con un conocimiento detallado de la astronomía babilónica. De la misma época es la primera astrónoma griega de la que se tiene noticia histórica, Aglaonice de Tesalia, de la que se sospecha que era capaz de predecir, mediante cálculos, los eclipses de Luna.

Tres siglos después apareció la inmensa figura de Claudio Tolomeo, cuya obra supone la culminación de la astronomía griega, helenística y babilónica. Publicó diversas obras, entre ellas la conocida modernamente como *Almagesto*, un tratado sistemático de toda la astronomía matemática de la época, basada en los modelos de Hiparco, destinada al cálculo de las posiciones de los astros en cualquier momento. Sin embargo, su uso era muy complicado, solo al alcance de personas con un gran dominio de las matemáticas. Aparte del interés en los movimientos celestes de los astrónomos, en la naturaleza de los astros de los filósofos y en aplicaciones prácticas y decorativas de los arquitectos, en la sociedad grecorromana la principal aplicación de la astronomía fue el cálculo de horóscopos personales. Los astrólogos no usaban libros complejos como el *Almagesto* de Ptolomeo, sino libros de tablas de más fácil uso, como las *Tablas prácticas* (o *Tablas fáciles*) que publicó el propio Ptolomeo, o incluso algunos calculados con los antiguos métodos babilónicos, según se ha descubierto recientemente en papiros egipcios. Dichas tablas facilitaban el cálculo de las posiciones planetarias, del Sol y de la Luna.

La obra *Tablas prácticas* de Ptolomeo tuvo, en efecto, una gran influencia en su época por el amplio uso que se le dio. En el curso del tiempo fue revisada, adaptada, comentada (Teón de Alejandría) y traducida a otros idiomas (siríaco, árabe). En ella se inspiraron, a través de *Tablas reales* de la época sasánida y con influencia india, las tablas astronómicas árabes denominadas con la palabra de origen persa *zīj* (en plural *'azyāj*), que tuvieron un gran predicamento durante siglos. Este tipo de tablas evolucionaron considerablemente, a fin de simplificar su uso, desde la primera que se conserva (la *Tabla india* de al-Khwārizmī, con una mezcla incoherente de contribuciones de tablas indias y griegas), hasta su práctica desaparición en el siglo XVII. En efecto, las tablas que permitían calcular las posiciones de los astros a partir de sus listas de elementos orbitales y tablas complementarias serían progresivamente sustituidas por otras que daban directamente las posiciones a intervalos de tiempo regulares, de unos días, a lo largo de los diferentes intervalos de tiempo hasta que las posiciones de un determinado astro se repetían. Eran obras cuya confección requería mucho mayor esfuerzo y que algunos autores denominan almanaques.

El primer almanaque compilado en la Europa medieval fue el de Azarquiel (al-Zarqālī) y sus colaboradores, que data de finales del siglo XI y se suele conocer como las *Tablas toledanas*. Escrito en árabe, contiene las posiciones verdaderas del Sol y los planetas y la posición media de la Luna. Posteriormente se compilaron otros en la península y sus áreas de influencia, pero ninguna obra llegaría a ser tan influyente en Europa como las *Tablas alfonsíes*, elaboradas entre 1263 y 1272 en Toledo por Isaac ben Sid y Judah ben Moses ha-Cohen bajo el patrocinio del rey Alfonso X. Escritas en castellano, se popularizaron en toda Europa en el siglo siguiente

a raíz de revisiones de dichas tablas adaptadas al meridiano de París y traducidas al latín que circularon a partir de 1320, o la versión de Oxford de 1348. Llegarían a ser usadas incluso por Nicolás Copérnico en el s. XVI. Siendo las más influyentes, las *Tablas alfonsíes* no fueron las únicas elaboradas en esa época, ni siquiera en España. El almanaque de 1307 (también llamado *Almanaque de Tortosa*), escrito en árabe y traducido al latín, castellano, catalán y portugués, y el *Taules de Barcelona*, de 1381, con versiones en catalán, latín y hebreo, no aportaron innovación alguna.

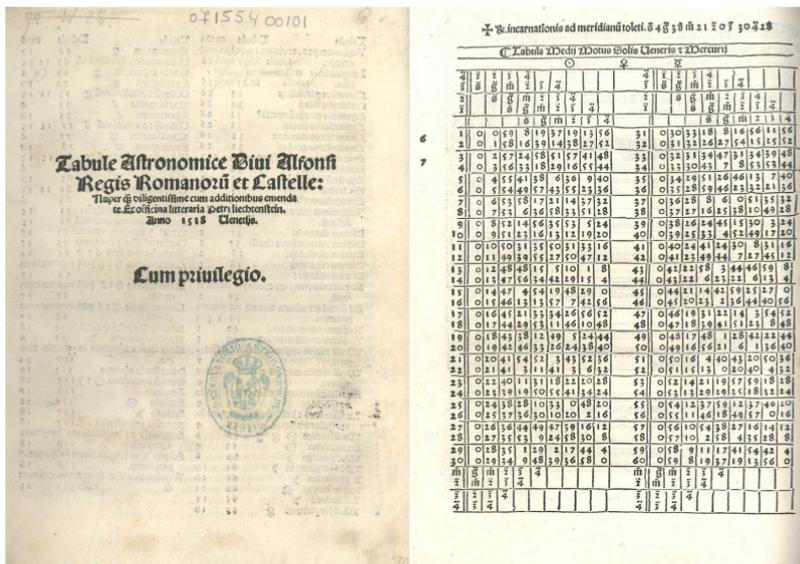


Figura 1: Portada y una página del ejemplar de las *Tablas astronómicas del Rey Alfonso de Castilla* impresas en Venecia en 1521, según el colofón de la obra. (Biblioteca del Observatorio Astronómico de Madrid)

Las *Tablas alfonsíes* fueron usadas a finales del s. XV tanto por Regiomontano (Johann Müller) en Königsberg como por Abraham Zacuto en Salamanca para elaborar sus libros de efemérides. El libro *Efemérides* de Regiomontano (1474) fue el primero de su tipo en ser impreso; contenía las posiciones diarias de los astros desde 1475 a 1506. El de Zacuto, impreso en latín y castellano, se conoce como *Almanaque perpetuo*; contenía tablas especialmente pensadas para los navegantes y pudo ser usado por Cristóbal Colón y por Vasco de Gama.

La precisión de las *Tablas alfonsíes* no sería superada ni siquiera con la publicación de las *Tablas pruténicas* (prusianas) por Erasmus

Reinhold en 1551, cuyo cálculo se basó, por primera vez, en el modelo heliocéntrico de Copérnico. Tanto éstas como las alfonsíes serían superadas apreciablemente por las *Tablas rudolfinas* (1627) de Johannes Kepler, basadas en su propio modelo de órbitas elípticas, que fueron utilizadas y muy apreciadas durante todo el s. XVII. Dado que los astrónomos y los astrólogos necesitaban calcular efemérides (posiciones de los astros) solo para algunas fechas concretas, tablas como las anteriores satisfacían sus necesidades. Sin embargo, con el desarrollo de la navegación astronómica en la exploración de los océanos del mundo a partir del siglo XVI (y la proliferación de astrólogos con escasa habilidad matemática), la necesidad de disponer de posiciones diarias del Sol, la Luna y los planetas se hizo imprescindible, de ahí que fueran apareciendo nuevas tablas, inspiradas en las de Regiomontano o como continuación de estas, como la de los alemanes Johannes Stöffler y Jacob Pflaum. A lo largo del s. XVI publicaron tablas de efemérides, entre otros, el flamenco Johannes Stadius, el checo Cyprián Karásek Lvovický (Leovitius), el italiano Giovanni Antonio Magini y el alemán David Origanus, y ya en el s. XVII el español Francisco Suárez de Arguello (en Madrid), el alemán Johannes Kepler, los italianos Andrea Argoli y Cornelio Malvasia, el francés Noël Duret y el portugués Luys Freyre de Sylva (en Barcelona), cuyas tablas cubren el mismo periodo que las de Duret, de 1637 a 1700.

La llegada de la imprenta de tipos móviles en 1453 favoreció la publicación de muchos libritos sencillos, que cubrían las necesidades más utilitarias de los calendarios (fiestas móviles, santoral) y de la astrología, como las fases de la Luna, las conjunciones y oposiciones de la Luna y los planetas, etc, además de las horas de salida y puesta de Sol medias en cada mes. Tuvieron mucho predicamento los llamados “lunarios” que, además de una reducida información astronómica, incluían contenido astrológico y de pronósticos, incluso para supuestas aplicaciones médicas (fechas propicias para realizar sangrías o purgas).

Los primeros anuarios europeos

En la actualidad la palabra almanaque (astronómico, náutico, aéreo) designa un conjunto de tablas que dan la posición diaria o cada pocos días de los astros (Sol, Luna, planetas, algunos satélites relevantes y estrellas de referencia, como la Polar) a lo largo de un año. Suelen incluir información sobre el uso de las tablas y sobre otros fenómenos, como eclipses, ocultaciones de estrellas por la Luna y fenómenos planetarios (conjunciones, oposiciones, etc.). Sirven como guía a astrónomos, navegantes, geodestas, topógrafos y otros profesionales que necesitan tales datos. Por ejemplo, el Real Observatorio de la Armada de España publica un Almanaque Náutico, con las efemérides necesarias para realizar la

navegación astronómica, y unas Efemérides Astronómicas, dirigidas a los astrónomos y a los geodestas; entre los años 1945 y 1976 también publicó un Almanaque Aeronáutico. Dado que este tipo de obras se publican cada año también se conocen como “anuarios”, aunque esta denominación suele aplicarse a obras con un contenido más reducido y posiblemente limitado a los fenómenos visibles desde un país concreto, así como las salidas y puestas del Sol, la Luna y los planetas para una ciudad determinada, y que son de interés, por ejemplo, pero no exclusivamente, para los aficionados a la observación del cielo.

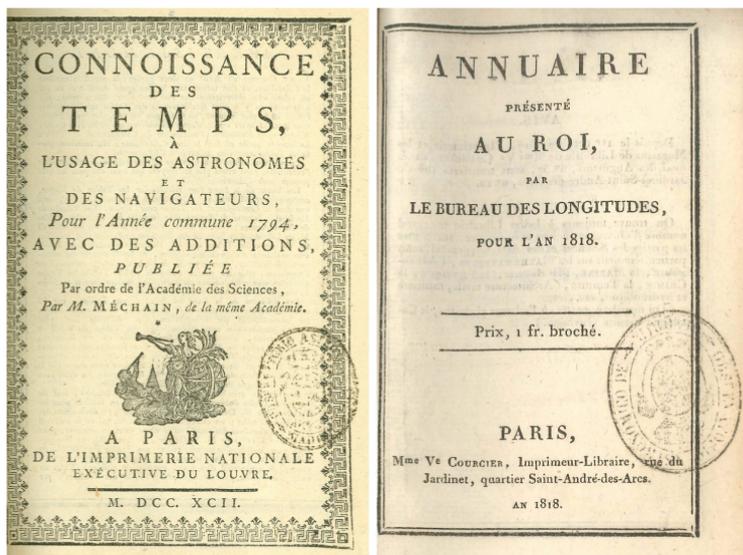


Figura 2: Portadas de los ejemplares más antiguos de la *Connaissance des Temps* y el *Annuaire* disponibles en la biblioteca del Observatorio Astronómico de Madrid. Las imágenes no están a la misma escala: mientras el tomo de *Connaissance des Temps* de 1794 mide 183x114 mm y tiene 320 páginas, el del *Annuaire* de 1818 mide solo 138x80 mm y tiene 179 páginas.

La primera colección anual de efemérides que se considera moderna y profesional, y que aún se publica, es la *Connaissance des Temps*, cuyo primer título completo fue *La connaissance des temps. Ou calendrier et ephemerides du lever & coucher du Soleil, de la Lune, & des autres Planetes. Avec les eclipses por l'Année M.DC.LXXIX*. El primer ejemplar, de 1679, fue publicado en París por Joachim Dalencé (1640-1707) por iniciativa del astrónomo Jean Picard (1620-1682) y estaba dirigida a los astrónomos y al público letrado. Amplió su contenido

también como almanaque náutico ochenta años después, en 1759, con el título de *Connaissance des temps et des mouvements célestes à l'usage des astronomes et des navigateurs*, que más adelante se simplificó a *Connaissance des temps à l'usage des astronomes et des navigateurs*. Tras ser publicada por la Real Academia de Ciencias francesa, pasó a serlo en 1797 por la recién creada Agencia de Longitudes (1795), que tomó la iniciativa de publicar, además, a partir de ese mismo año una obra más sencilla, con menor contenido astronómico y menor precisión, destinada a un público más amplio y como referencia para los calendarios de la República, denominada *Annuaire du Bureau des Longitudes*. Después de más de dos siglos se sigue publicando, aunque desde 1984 con el subtítulo de *Éphémérides astronomiques* y desde 2005 con el de *Guide de données astronomiques*.

La obra *Connaissance des Temps* sirvió de modelo para obras similares cuya publicación se inició, décadas después, en otros países europeos. En Berlín se publicaron unas efemérides durante solo seis años, entre 1749 y 1754, que tuvieron continuación, a partir de 1776, en dos colecciones separadas: *Astronomisches Jahrbuch* y *Nautisches Jahrbuch*. En 1767 se inició la publicación anual por parte del Real Observatorio de Greenwich de *The Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris*, que pronto sería el más influyente de su tipo y serviría de modelo para que en 1792 el Observatorio Real de Cádiz iniciara la publicación anual del *Almanaque náutico y efemérides astronómicas*, que desde 1961 se publica en dos obras separadas.

Versiones sencillas, como el *Annuaire*, o aún más elementales de los libros de efemérides fueron proliferando en distintos países y colonias. Su contenido astronómico era reducido (salidas y puestas del Sol y la Luna, fases lunares, eclipses) y se complementaba con otras informaciones geográficas, estadísticas, agrícolas, las mareas u otra información que pudiera ser de interés para la comunidad a la que iban dirigidos (monedas, pesos y medidas, datos físicos...). Por ejemplo, el *Poor Richard's Almanack*, publicado en Filadelfia por el polímata Benjamín Franklin desde 1733 hasta 1758, incluía poemas, refranes, entretenimientos y humor. Sirvió de inspiración para calendarios populares posteriores.

El propio *Annuaire du Bureau des Longitudes* pudo servir de inspiración para colecciones con un objetivo divulgativo, al incluir noticias y explicaciones científicas, especialmente a partir de 1811 cuando se responsabilizó de su publicación el astrónomo François Arago. En alguna de las noticias y fenómenos descritos en el *Annuaire* se inspiró Julio Verne (Jules Gabriel Verne) para documentar algunas novelas, como *El país de las pieles* y *Héctor Servadac*, entre la docena en que la astronomía tiene un papel importante o secundario.

En 1830 se publicó el que creo que es el primer libro dedicado a explicar en detalle cómo se confecciona un libro de efemérides. Se trata de

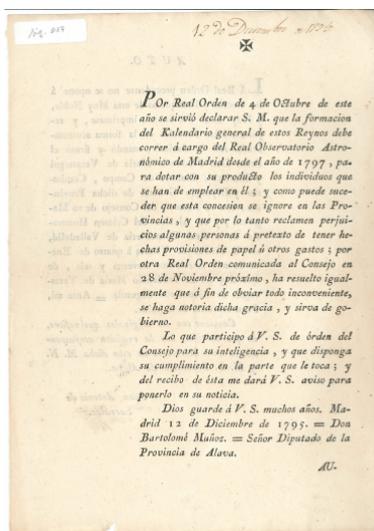
Astronomie pratique: usage et composition de la Connaissance des Temps de Louis-Benjamin Francoeur. Es un tipo de suplemento a los libros de efemérides poco habitual pero de gran relevancia como referencia, que se ha publicado también en el siglo XX, como es el *Explanatory supplement to The Astronomical Almanac* (ediciones de 1961, 1992 y 2012) y la *Introduction aux éphémérides astronomiques* (1998).

El Anuario del Observatorio de Madrid

El Real Observatorio Astronómico de Madrid fue fundado en 1790 con el propósito de medir, indagar y estudiar los movimientos celestes y también el de la enseñanza teórica y práctica de la astronomía, de la fabricación de instrumentos científicos que necesitara y de los usos y aplicaciones que la astronomía pudiera tener en la vida civil.

En 1795 el Observatorio obtuvo por Real Orden el privilegio de la redacción y publicación del “Kalendario general de estos Reynos” a partir de 1797, cuya impresión y venta en toda “España y sus Indias” se arrendó a la imprenta de los señores Torres y Brugada. Tras la ocupación de Madrid por parte de las tropas francesas y la dispersión del personal del Observatorio, en 1811 el privilegio de la publicación del Calendario fue transferido por las Cortes de Cádiz al Observatorio de San Fernando, en Cádiz, que lo conservó hasta 1855, aunque con numerosas discusiones, que se describen en detalle en el libro de Manuel López Arroyo (cf. Bibliografía).

Uno de los que más lucharon para que el Calendario volviera a Madrid fue el profesor de astronomía teórica del Observatorio, José Miguel de Sarasa, tras regresar en 1814 de su cautiverio en Dijon (Francia). Nombrado Director provisional en 1816 e interesado tanto en reactivar las actividades en el Observatorio como en la creación (para él) de una cátedra de astronomía, escribió un manuscrito de 223 hojas con unas *Tablas astronómicas calculadas para el uso del Observatorio del Buen Retiro de Madrid y cualquier otro sin error sensible*. Sin embargo ni sus esfuerzos tuvieron éxito, ni sus tablas fueron publicadas.



Tablas astronómicas

*calculadas para el uso del Observatorio
del Buen Retiro de Madrid y qualquiera otro
sin horror sensible.*

Por D.^o José Miguel de Sarasa
Yemenda de Aragón de la R.^a Armada
Capitan del Batallón de Compañías de Ingenieros
Comodoro de Eslada y Comodoro de
la Armada del mismo Observatorio
del Buen Retiro.

Madrid Año de 1816.



TABLA XV. Anales de la eclipsis del sol.
medidas, inclinaciones y longitudes del punto
inclinado.

Anno. Anuncio recto del medio del año.

Ano	Ano VIII de 1816		Ano VIII de 1817	
	Deflexion del punto inclinado	Anulo de la eclipsis de la inclinacion	Deflexion del punto inclinado	Anulo de la eclipsis de la inclinacion
32	23. 17. 40. 6	87. 1. 27	93. 6. 59. 9	39
31	23. 17. 19. 6	87. 1. 27	93. 7. 59. 9	38
30	23. 17. 20. 5	87. 2. 01. 5	93. 8. 59. 9	37
29	23. 17. 22. 2	87. 2. 26. 2	93. 9. 59. 9	36
28	23. 17. 23. 8	87. 2. 50. 8	93. 10. 59. 9	35
27	23. 17. 24. 4	87. 3. 25. 4	93. 11. 59. 9	34
26	23. 17. 25. 0	87. 3. 50. 0	93. 12. 59. 9	33
25	23. 17. 25. 6	87. 4. 25. 6	93. 13. 59. 9	32
24	23. 17. 26. 2	87. 4. 50. 2	93. 14. 59. 9	31
23	23. 17. 26. 8	87. 5. 25. 8	93. 15. 59. 9	30
22	23. 17. 27. 4	87. 5. 50. 4	93. 16. 59. 9	29
21	23. 17. 28. 0	87. 6. 25. 0	93. 17. 59. 9	28
20	23. 17. 28. 6	87. 6. 50. 6	93. 18. 59. 9	27
19	23. 17. 29. 2	87. 7. 25. 2	93. 19. 59. 9	26
18	23. 17. 29. 8	87. 7. 50. 8	93. 20. 59. 9	25
17	23. 17. 30. 4	87. 8. 25. 4	93. 21. 59. 9	24
16	23. 17. 31. 0	87. 8. 50. 0	93. 22. 59. 9	23
15	23. 17. 31. 6	87. 9. 25. 6	93. 23. 59. 9	22
14	23. 17. 32. 2	87. 9. 50. 2	93. 24. 59. 9	21
13	23. 17. 32. 8	87. 10. 25. 8	93. 25. 59. 9	20
12	23. 17. 33. 4	87. 10. 50. 4	93. 26. 59. 9	19
11	23. 17. 34. 0	87. 11. 25. 0	93. 27. 59. 9	18
10	23. 17. 34. 6	87. 11. 50. 6	93. 28. 59. 9	17
9	23. 17. 35. 2	87. 12. 25. 2	93. 29. 59. 9	16
8	23. 17. 35. 8	87. 12. 50. 8	93. 30. 59. 9	15
7	23. 17. 36. 4	87. 13. 25. 4	93. 31. 59. 9	14
6	23. 17. 37. 0	87. 13. 50. 0	93. 32. 59. 9	13
5	23. 17. 37. 6	87. 14. 25. 6	93. 33. 59. 9	12
4	23. 17. 38. 2	87. 14. 50. 2	93. 34. 59. 9	11
3	23. 17. 38. 8	87. 15. 25. 8	93. 35. 59. 9	10
2	23. 17. 39. 4	87. 15. 50. 4	93. 36. 59. 9	9
1	23. 17. 40. 0	87. 16. 25. 0	93. 37. 59. 9	8
0	23. 17. 40. 6	87. 16. 50. 6	93. 38. 59. 9	7
31	23. 17. 41. 2	87. 17. 25. 2	93. 39. 59. 9	6
30	23. 17. 41. 8	87. 17. 50. 8	93. 40. 59. 9	5
29	23. 17. 42. 4	87. 18. 25. 4	93. 41. 59. 9	4
28	23. 17. 43. 0	87. 18. 50. 0	93. 42. 59. 9	3
27	23. 17. 43. 6	87. 19. 25. 6	93. 43. 59. 9	2
26	23. 17. 44. 2	87. 19. 50. 2	93. 44. 59. 9	1
25	23. 17. 44. 8	87. 20. 25. 8	93. 45. 59. 9	0
24	23. 17. 45. 4	87. 20. 50. 4	93. 46. 59. 9	31
23	23. 17. 46. 0	87. 21. 25. 0	93. 47. 59. 9	30
22	23. 17. 46. 6	87. 21. 50. 6	93. 48. 59. 9	29
21	23. 17. 47. 2	87. 22. 25. 2	93. 49. 59. 9	28
20	23. 17. 47. 8	87. 22. 50. 8	93. 50. 59. 9	27
19	23. 17. 48. 4	87. 23. 25. 4	93. 51. 59. 9	26
18	23. 17. 49. 0	87. 23. 50. 0	93. 52. 59. 9	25
17	23. 17. 49. 6	87. 24. 25. 6	93. 53. 59. 9	24
16	23. 17. 50. 2	87. 24. 50. 2	93. 54. 59. 9	23
15	23. 17. 50. 8	87. 25. 25. 8	93. 55. 59. 9	22
14	23. 17. 51. 4	87. 25. 50. 4	93. 56. 59. 9	21
13	23. 17. 52. 0	87. 26. 25. 0	93. 57. 59. 9	20
12	23. 17. 52. 6	87. 26. 50. 6	93. 58. 59. 9	19
11	23. 17. 53. 2	87. 27. 25. 2	93. 59. 59. 9	18
10	23. 17. 53. 8	87. 27. 50. 8	93. 60. 59. 9	17
9	23. 17. 54. 4	87. 28. 25. 4	93. 61. 59. 9	16
8	23. 17. 55. 0	87. 28. 50. 0	93. 62. 59. 9	15
7	23. 17. 55. 6	87. 29. 25. 6	93. 63. 59. 9	14
6	23. 17. 56. 2	87. 29. 50. 2	93. 64. 59. 9	13
5	23. 17. 56. 8	87. 30. 25. 8	93. 65. 59. 9	12
4	23. 17. 57. 4	87. 30. 50. 4	93. 66. 59. 9	11
3	23. 17. 58. 0	87. 31. 25. 0	93. 67. 59. 9	10
2	23. 17. 58. 6	87. 31. 50. 6	93. 68. 59. 9	9
1	23. 17. 59. 2	87. 32. 25. 2	93. 69. 59. 9	8
0	23. 17. 59. 8	87. 32. 50. 8	93. 70. 59. 9	7

Figura 4: Portada y una tabla del manuscrito de José Miguel de Sarasa, 1816. (Biblioteca del Observatorio Astronómico de Madrid)

Hubo que esperar a la reanudación de las actividades en el Observatorio Astronómico de Madrid a partir de 1851 para que se planteara la idea de publicar un anuario astronómico. La iniciativa partió del polifacético Antonio Gil de Zárate (1793-1861), a la sazón Comisario Regio del Observatorio que, en la reunión de la Junta de Astrónomos celebrada el 1 de febrero de 1859, propuso la publicación de un “Calendario o Anuario”. Con el objetivo de difundir los principios y resultados elementales y más importantes de la Astronomía y ciencias relacionadas (física del globo, meteorología), “importantes por su utilidad inmediata, o por el placer que el ánimo siente al adquirirlos” (Gil de Zárate), se estableció un índice de materias, que se aprobó el 4 de junio y se distribuyó entre los cuatro astrónomos su cálculo y redacción. No consta si se inspiraron en el contenido de algún anuario existente en particular. Si lo comparamos con el del *Annuaire* del mismo año vemos que tienen secciones comunes pero que en el *Annuaire* son más completas y contiene algunas adicionales, como son las tablas dedicadas a la estadística de la población y tablas diversas sobre parámetros físicos y atmosféricos, que no aparecen en el ANUARIO.

A finales de mes se recibió la autorización (Real Orden de 25 de junio) para la publicación del ANUARIO para 1860. En octubre se constató que los materiales reunidos daban para ocho pliegos y se planeó imprimir en diciembre una tirada de 1.500 ejemplares. Se imprimió en la Imprenta

Nacional, se encuadernó en piel y se puso a la venta el 15 de diciembre por 4 reales de vellón en la propia Imprenta y en la librería Bailly-Baillièrre de la calle Príncipe. El anuncio de su puesta en venta resaltaba su “esmerada impresión”, su lujosa encuadernación y su “ínfimo precio”. Debió tener una buena acogida, pues para la edición de 1861 la tirada se amplió considerablemente. Ello fue así a pesar de que el encuadernador (Ginesta) de la edición anterior solo se comprometía a realizar 1.000 ejemplares, por lo que la edición de los 2.500 ejemplares se hizo por cuenta del Observatorio. Esta edición se vendió a distintos precios, de 4, 5 y 6 reales según la encuadernación, también en las librerías Cuesta, Duran y Poupart. Los tomos de 1862 a 1866 se vendieron a 4 reales en rústica, a 6 reales en cartón y a 8 reales en tela (precio equivalente hoy a unos 10 €).



El contenido del primer ANUARIO se dividió en tres partes, precedidas por una breve (14 páginas) *Noticia histórica del Observatorio de Madrid* redactada por el propio Gil de Zárate. La primera parte, de 66 páginas, se denominaba Calendario e incluía información sobre calendarios, salidas y puestas de Sol y Luna, fenómenos celestes, eclipses, ocultaciones, información sobre el sistema solar y una lista de los 57 asteroides conocidos. La segunda parte, de 46 páginas, contenía diversas tablas, con posiciones geográficas, unidades de medida (el sistema métrico decimal se

había adoptado pocos años antes, en 1847), valores del cambio de moneda extranjera y tablas meteorológicas. La tercera parte, de 110 páginas, constaba de cuatro artículos de divulgación. Los dos del director Antonio Aguilar y Vela trataban sobre *De la medida del tiempo o del Calendario* y *Sobre el eclipse total de Sol que tendrá lugar el 18 de julio próximo* (de 1860); el del “primer astrónomo” Eduardo Novella y Contreras, sobre *Sistema solar* y el del “astrónomo segundo” Miguel Merino y Melchor, sobre *Pronósticos y preocupaciones*. Un índice remataba un librito de 239 páginas y con un tamaño de 120x175 mm, que se ha mantenido durante más de un siglo, hasta 1977.

Primera época

La publicación del ANUARIO ha conocido dos épocas. La primera, que fue desde 1860 a 1880, conoció algunas interrupciones, pues no se publicó en los años 1867, 1874 y 1875, por razones que no se explicaron en años posteriores. Durante todo ese tiempo el director fue Antonio Aguilar, salvo por un periodo de casi un año en que fue depuesto, que no coincide con la falta de elaboración (o de publicación) de los anuarios citados. Ciertamente es que en 1865 hubo una importante crisis de gobierno y el año siguiente la primera crisis financiera y una insurrección en Madrid para acabar con la monarquía, y que en 1873 se proclamó la I República, caracterizándose el año 1874 por continuas sucesiones en el gobierno, hasta que en enero de 1875 Alfonso XII fue proclamado rey. Fueron tiempos convulsos que bien pudieron dificultar la elaboración del ANUARIO o la obtención de los permisos o de los fondos necesarios para su impresión en los tres años antes mencionados.

En su primera época (hasta 1880) el ANUARIO mantuvo su estructura, aumentando ocasionalmente el contenido con textos explicativos, la inclusión de nuevas tablas o la ampliación de alguna información. Por ejemplo, la primera parte (Calendario) del ANUARIO de 1861 creció hasta las 107 páginas, y hasta 124 en la de 1880. La extensión de la segunda parte (Tablas) pasó de 46 páginas en 1860 a 252 en 1880. Sin embargo la mayor variación en el número total de páginas de un año al siguiente solía venir dada por el número (entre 1 y 4) y extensión de los artículos, fueran de divulgación o de información de observaciones meteorológicas realizadas en el Observatorio. Los artículos nunca faltaron, siendo especialmente prolíficos como autores los astrónomos Miguel Merino (a menudo sobre meteorología) y Antonio Aguilar. En 1876 se incluyó el primer artículo con autor ajeno al Observatorio, que fue la traducción de un artículo peculiar de los astrónomos Norman Lockyer y Balfour Stewart de 1868 titulado *De la vida como caso particular de la energía universal* en que los autores, con un florido lenguaje y con alusiones a la física y a la astronomía, reflexionan sobre el lugar de la vida en un universo de

energía. Por otra parte, un artículo de Merino del año 1863 fue traducido al inglés y publicado en el anuario para 1864 de la Smithsonian Institution de Washington. Precisamente a Merino se le deben todos los artículos divulgativos dedicados a temas de meteorología. En cuanto a los resultados de las observaciones meteorológicas, se publicaron en el ANUARIO hasta 1865, para después pasar a publicarse en volúmenes anuales específicos.

En 1869 en el título de la publicación se suprimió el calificativo *Real* y pasó de ser *Anuario del Real Observatorio de Madrid* a *Anuario del Observatorio de Madrid*. Ello ocurrió tras el levantamiento del general Juan Prim y el consecuente exilio de la reina Isabel II a Francia ocurridos en 1868. De hecho, el 29 de octubre de ese año el Observatorio pasó de ser tutelado por un Comisario Regio a depender directamente del Rector de la Universidad Central, a lo que se atribuye su decadencia posterior. Se mantuvo el nuevo título hasta el fin de esta primera época. Entre 1868 y 1880 los anuarios fueron impresos en la imprenta de Miguel Ginesta.

Número de páginas y de artículos de divulgación o meteorología

Año	Páginas	Artículos	Año	Páginas	Artículos
1860	239	4	1870	365	2
1861	273	2	1871	344	1
1862	279	2	1872	435	2
1863	320	3	1873	431	1
1864	355	3	1876	494	2
1865	417	2	1877	442	1
1866	332	1	1878	564	1
1868	458	2	1879	564	1
1869	368	1	1880	440	1

En los archivos del Observatorio se encuentra diversa correspondencia en que se solicita el envío de uno o varios ejemplares del ANUARIO o en que se agradece haberlo recibido. Salvo unas pocas cartas de particulares, la mayoría de cartas conservadas proceden de bibliotecas (entre ellas la Biblioteca Nacional), embajadas (Italia, Inglaterra, EEUU), instituciones españolas (Congreso de los Diputados, Instituto Geográfico y Estadístico), reales academias (Medicina, Bellas Artes), escuelas de ingenieros y arquitectos, el Ateneo de Madrid, etc.

En 1893 se celebró en Chicago una Exposición Universal, en la que participó el Observatorio Astronómico y Meteorológico de Madrid, siendo la única institución española que, dentro del Grupo 155 de expositores (Instituciones y organismos para el desarrollo del saber), participó en la Clase 907 (Asociaciones para el adelanto del saber). El observatorio expuso y puso a la venta los 18 volúmenes del ANUARIO publicados hasta la fecha, a un precio de 3 pesetas cada ejemplar, los 22 volúmenes de las Observaciones meteorológicas de Madrid, desde 1864 a 1889 (los

ocho últimos años encuadernados dos a dos), y los 20 volúmenes de las Observaciones meteorológicas de las provincias, desde 1866 a 1889 (los años 1876 a 1880 encuadernados en un solo volumen), a un precio de 5 pesetas cada volumen.

Segunda época

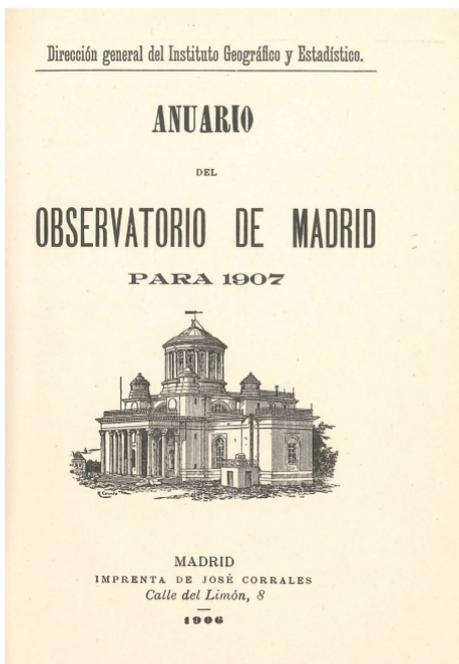
López Arroyo argumenta que la interrupción en la publicación del ANUARIO no solo se debió a dificultades económicas, sino sobretudo a las malas relaciones que el Observatorio tenía con la Universidad, de la que dependía. Sólo cuando el Observatorio pasó a depender del Instituto Geográfico y Estadístico en 1904 se pudo plantear la posibilidad de recuperar su publicación.

La reanudación de la publicación del ANUARIO tuvo lugar a principios del siglo XX en una situación mucho más favorable para España y para el Observatorio. Este había adquirido popularidad por su activa participación en la observación de los eclipses totales de Sol “españoles” de 1900 y 1905, junto a numerosas expediciones científicas de astrónomos de diversos países que acudieron a la península a observarlos y fotografiarlos. El Observatorio pudo adquirir nuevos instrumentos y aumentar su personal, lo que también se tradujo en un aumento de sus actividades científicas, en particular emprendiendo observaciones astrofísicas del Sol, las estrellas y los cometas. Como consecuencia de todo ello, los astrónomos se vieron inducidos, por un lado, a realizar trabajos de categoría internacional y publicar los resultados obtenidos y, por otro, a divulgar los nuevos conocimientos para un público cada vez más numeroso interesado en ellos.

Lo último se canalizó con algunos artículos en la prensa y, especialmente, en la reanudación de la publicación del ANUARIO, que tuvo lugar en 1907. No ha dejado de publicarse desde entonces hasta la actualidad, siendo la edición del año 2020 la número 132. A partir de 1932 el ANUARIO se complementó con la publicación de un *Boletín Astronómico del Observatorio de Madrid* con el que se pretendía la publicación más frecuente y rápida de los resultados de las observaciones o los estudios que se realizaban. Servía también de material de intercambio con otras instituciones, nacionales y extranjeras. Sin embargo, su frecuencia de publicación irregular y la tendencia cada vez mayor a publicar resultados más elaborados en revistas de ámbito internacional hizo que languideciera y dejara de publicarse en 2003.

El contenido del *Anuario del Observatorio de Madrid* para 1907, impreso en la imprenta de José Corrales y con 486 páginas, difiere mucho del de 1880, pues se amplió considerablemente y aumentó su nivel la componente astronómica y se prescindió de las tablas e informaciones adicionales, ajenas a la astronomía y la meteorología, que se incluían en la primera época. Se estructuró en cuatro partes: la primera dedicada a

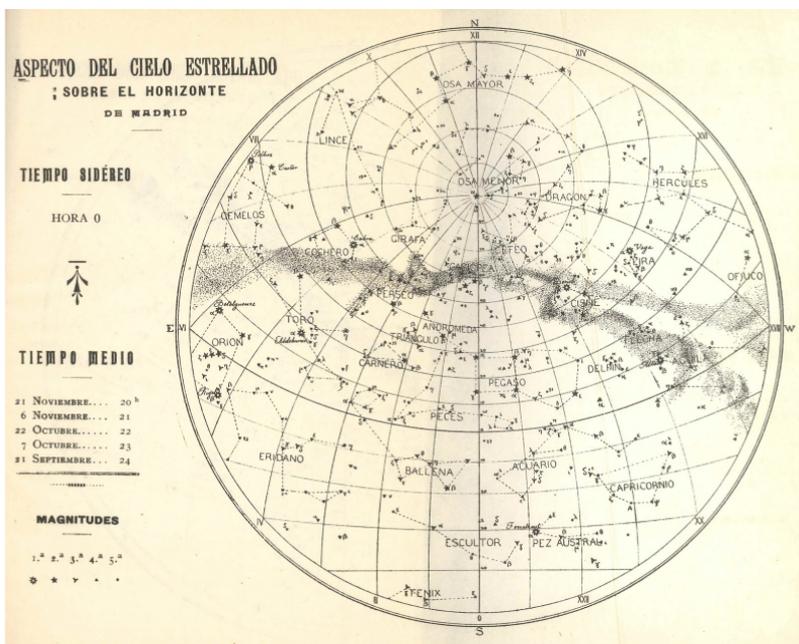
los calendarios (22 páginas); la segunda (muy amplia, de 268 páginas), a las efemérides y fenómenos astronómicos, que además contenía datos astronómicos y geodésicos; la tercera (de 54 páginas) contenía tablas meteorológicas auxiliares; y finalmente se incluían cuatro artículos de divulgación, alguno muy especializado, de los astrónomos Antonio Vela, Francisco Cos, Miguel Aguilar y el director Francisco Íñiguez. El resto de contribuciones al ANUARIO no están firmadas, al considerarse parte de un trabajo colectivo en que intervinieron astrónomos y auxiliares.



En los años siguientes el contenido del ANUARIO se fue reajustando. Así, por ejemplo, en el de 1908, con 543 páginas e impreso por Bailly-Bailliere e hijos, se suprimió la parte dedicada a tablas meteorológicas auxiliares. Pudo ser consecuencia de que en enero de 1906 se encargó al Instituto Central Meteorológico toda la actividad meteorológica que se realizaba en el Servicio Astronómico y Meteorológico del Instituto Geográfico en el que también se encuadraba el Observatorio Astronómico de Madrid. Durante muchas décadas el Observatorio había sido el destinatario de la información recogida en las diversas estaciones de observación del país. Entre 1906 y 1919 en el Observatorio se siguieron realizando las observaciones correspondientes a Madrid. Por ello, en los anuarios de 1908 hasta 1921 se siguieron publicando los resultados de

las observaciones meteorológicas realizadas cotidianamente entre los años 1906 y 1919. Posteriormente se realizaban solo las necesarias para la planificación de los trabajos astronómicos y dejaron de publicarse.

En el ANUARIO de 1908 las horas en las efemérides de Sol, Luna y planetas dejaron de referirse al meridiano de Madrid para darse según la hora oficial, que desde el 1 de enero de 1901 correspondía a la del meridiano de Greenwich. En el de 1909 se incluyó un prólogo del Director del Observatorio, Francisco Iñiguez, costumbre que aún perdura, salvo en los años 2015 a 2017 en que un subdirector general del Instituto Geográfico Nacional sustituyó en tal tarea al Director del Observatorio Astronómico Nacional, que es a quien le corresponde por tradición. En el ANUARIO de 1909 se redujo la parte expositiva y de explicación de las tablas y se incluyeron cuatro largos artículos y un apéndice “para dar mayor extensión a la parte destinada a divulgar conocimientos útiles, contribuyendo así a la cultura general”. Lo mismo ocurrió en 1910.



En los años siguientes el ANUARIO se siguió ampliando hasta superar en varias ocasiones las 700 páginas, incluyendo resultados de observaciones solares, del eclipse de 1914 en el tomo de 1915, año en que también se incluyó un catálogo de estrellas de utilidad para topografía y astronomía. A partir de 1916 se incluyeron unos mapas del cielo estrellado desplegables.

En definitiva, se fueron añadiendo apartados y artículos de índole práctico para aplicaciones de la astronomía.

El ANUARIO para 1920 se publicó con mucho retraso, que Antonio Vela atribuyó en el prólogo a causas externas al Observatorio, aunque pudieron también influir los ceses por jubilación del jefe del Observatorio Íñiguez y de su sucesor Carlos Puente, responsable del ANUARIO, ambos acaecidos en 1919. En el prólogo de 1921 se citaron los trabajos científicos en curso, siendo el estudio del Sol la actividad preferente del Observatorio, y el inicio del montaje de un laboratorio de astrofísica. En el de 1922, edición que empezó a imprimirse en la Imprenta Clásica Española, dejó de publicarse el resumen de las observaciones meteorológicas y prosiguió la publicación de las observaciones solares. En cambio, se incluyó una memoria en que se explicaba la adquisición de material científico. En ese año se planeó participar en las observaciones del eclipse total, que tenían que servir para confirmar los resultados del de 1919 en lo referente a la Teoría General de la Relatividad de Einstein. Desafortunadamente, los planes del Observatorio quedaron frustrados, como se explicó en uno de los nueve artículos de divulgación o científicos de la edición para 1923.

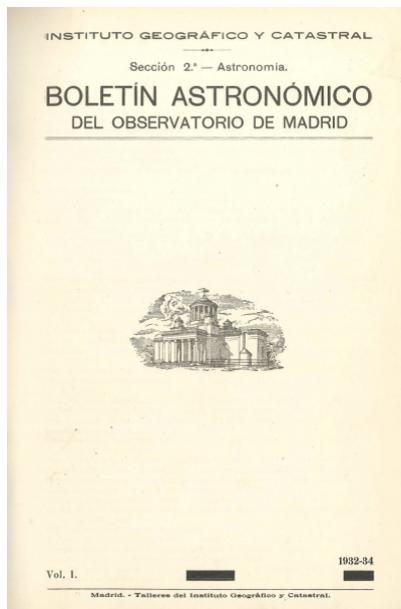
La edición para 1924 se imprimió en la imprenta de Samarán y Compañía. En él se anunció el fin de la instalación del laboratorio científico y el interés en participar en los estudios de los asteroides, paralizados por el retraso en el suministro de los equipos. Como puede apreciarse, en los prólogos se hacía énfasis en los trabajos científicos, que en ocasiones se detallaban en artículos.

En el archivo se encuentra una descripción escrita en 1924 de los “trabajos sistemáticos a los que está consagrado el personal del Observatorio astronómico de Madrid”, el primero de los cuales es:

“Confeción y publicación del ANUARIO. Se reanudó esta en el año 1907 y aparece, sin interrupción, en el mes de diciembre de cada año, en tomos de unas 500 páginas. Contiene secciones fijas, que son: calendario, efemérides del Sol, Luna, planetas y satélites; datos de eclipses y ocultaciones; posiciones de estrellas, constelaciones, estrellas variables, estrellas dobles y paralajes estelares; tablas de refracción, de paralaje y de reducción de tiempos; posiciones geográficas de observatorios y poblaciones importantes y explicaciones elementales de todas las tablas y datos; en suma una recopilación concisa de datos, calculados y rectificadas al día, necesarios a todos los observadores y aficionados y, por lo mismo, cada año más solicitados. Además de estas secciones permanentes, lleva el ANUARIO trabajos especiales, de los efectuados en el Observatorio; o estudios de vulgarización de los asuntos de más interés. Debe añadirse que los

datos referentes al calendario, se suministran anualmente al Ministerio de la Gobernación, para la confección de la GUÍA OFICIAL, y además a los numerosos colegios, instituciones y editores de calendarios que lo solicitan.”

En 1927 el ANUARIO pasó a denominarse *Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid*, dependiente del Instituto Geográfico y Catastral (IGC). En junio falleció Antonio Vela, después de 40 años de servicio y ocho como Jefe del Observatorio, siendo sustituido por Francisco Cos. En el de 1929, impreso en los talleres del IGC, se publicó por primera vez la lista del personal del Observatorio. En el de 1930 se publicaron siete artículos, algunos de los cuales eran reproducción de otros publicados anteriormente. La lista de todos los artículos y trabajos publicados en la segunda época del ANUARIO apareció en el de 1931. En el siguiente tomo apareció un artículo dedicado al entonces recién descubierto planeta Plutón.



El ANUARIO para 1933 presentó varias novedades, consecuencia de que en enero de 1932 el Observatorio comenzó a publicar el *Boletín Astronómico* destinado a publicar con mayor rapidez los resultados de trabajos de observación o investigación que solían aparecer en el ANUARIO, del cual desaparecieron capítulos, como el dedicado a las observaciones solares. Con ello, el ANUARIO reforzó su carácter divulgativo. Además, se amplió la parte gráfica, se incluyó algún apartado

específico para los aficionados y se añadió una tercera parte dedicada a la Tierra. Tal esfuerzo de ampliación de contenidos se tradujo en la ausencia de artículos divulgativos. El número de páginas, que solía rondar las 500, se redujo en lo sucesivo a unas 350. Por fin, en el de 1936 hubo de nuevo un artículo de divulgación, escrito por José Tinoco con el auxilio de Aguilar.

En esta nueva época ejemplares del ANUARIO seguían siendo solicitados por diversas instituciones, especialmente las diversas dependencias del Instituto Geográfico, algún puerto (para confeccionar su propio almanaque de mareas), universidades, centros meteorológicos, ministerios (Fomento, el del Aire solicitaba 60 ejemplares al año) e incluso desde instituciones extranjeras (varias en Brasil).

Guerra y posguerra

La tirada de los últimos pliegos del ANUARIO para 1937 se vio interrumpida por el ataque de artillería y aviación que amenazaba los talleres del Instituto Geográfico y Catastral (IGC), situado en una zona próxima a la Ciudad Universitaria, uno de los frentes de batalla. En los años de la guerra civil el Geográfico (y, consecuentemente, el Observatorio) fue cambiando de adscripción: en el de 1936 figuraba el Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes; en el de 1938, el Ministerio de Instrucción Pública y Sanidad; en el de 1939, el Servicio Nacional del IGC en la Vicepresidencia del Gobierno; y en el de 1940, la Dirección General del IGC en la Presidencia del Gobierno. Como era de esperar, la guerra civil dificultó la confección del ANUARIO, pero nunca dejó de publicarse. Varios astrónomos se desplazaron a Valencia con el fin de proseguir desde allí sus observaciones solares y la redacción del ANUARIO para 1939, que se imprimió en Madrid como siempre.

En el ANUARIO para 1939 no hubo prólogo, ni lista de personal, ni artículos. La segunda parte, de Efemérides y Tablas, se subdividió en dos y en el de 1940 se añadió una quinta dedicada al elipsoide terrestre. Además, en un prólogo anónimo se comentaron los trabajos de reparación de edificios, instalaciones e instrumentos una vez terminada la guerra. Aún en el de 1942 se comentaba que seguían las obras de reparaciones (debidas al abandono durante la guerra o por ser “destrozados por los rojos”, como figura en un oficio de octubre 1939) y la construcción de una cámara subterránea (debe referirse a la del edificio de Villanueva) para instalar los péndulos a temperatura constante; aún estaba por terminar cuando se publicó el de 1943, un fino ANUARIO de sólo 236 páginas. Ello no debe sorprender pues, en un informe de los trabajos realizados en 1942 se menciona que, en una fecha tan temprana como es el 15 de julio, se entregó a la Dirección general el de 1943, a fin de ser llevado a la imprenta, y que antes de fin de año comenzó ya la preparación y cálculo del correspondiente al año 1944. Tanta premura redundaba en su escasa extensión.

El ANUARIO para 1945, que retomó su extensión habitual de entre 350 y 400 páginas, se estructuró en seis partes: Calendario, Efemérides, El cielo en España, Tablas, El elipsoide terrestre y Artículos. Contenía un solo artículo, y así fue desde 1942 hasta 1984.

En el de 1952 se publicó un largo artículo de Tinoco sobre la historia del Observatorio (en parte basada en un legajo de notas encontradas debidas a Gil de Zárate, posteriormente extraviado), con una relación de los instrumentos y una lista completa de los artículos publicados en el ANUARIO desde 1860 hasta 1951. Tinoco se jubiló tras ser director durante doce años. Murió al año siguiente.

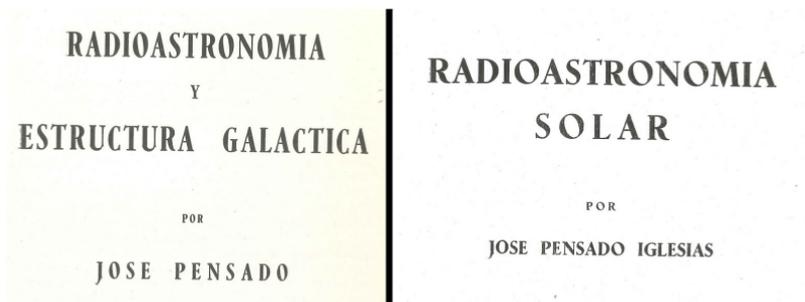


Figura 9: Títulos de los artículos divulgativos publicados en los anuarios para 1963 y 1964 dedicados a una nueva técnica observacional: la Radioastronomía.

Continuidad y cambios

En 1954 se inició una larga serie de anuarios bajo la responsabilidad de Mariano Martín Lorón, que optó por mantener una continuidad en su estructura y contenidos, como puede verse en la tabla que sigue. El número total de páginas variaba, entre unas 350 y unas 500, según fuera la extensión del artículo de divulgación, alguno larguísimo, como el de 1956. En su primer ANUARIO, Martín Lorón reintrodujo la lista de personal. Entre 1963 y 1967 incluyó una serie de prólogos muy sucintos en que no se comentaban las actividades de los astrónomos y del Observatorio. Los artículos de divulgación de los años 1963, 1964 y 1972 trataron de la nueva técnica observacional de la Radioastronomía, que hacia 1990 se convertiría en la actividad principal del Observatorio.

El ANUARIO para 1978 supuso un cambio estético respecto de los anteriores. A partir de esa edición su tamaño cambió a 125x175 mm lo que, unido a su gran grosor (hasta 32 mm) debido al tipo de papel y el gran número de páginas (en ocasiones superó las 500), le dió un aspecto de tocho, poco agraciado. Por otra parte dejó de estar encuadernado en tapas

duras y lo fue en papel, lo que permitió añadir una fotografía que ocupaba parte de la cubierta frontal. En el interior se incluyeron dos láminas con fotografías; en el de 1979 hubo ocho láminas y en el de 1982, nueve. En el de 1978 desapareció la lista del personal. En el de 1985 se incluyeron, como caso extraordinario, dos artículos de divulgación pues la ocasión lo merecía: uno de ellos estaba dedicado al cometa de Halley, visible durante ese año. La publicación del de 1986 sufrió un retraso debido a la introducción de nuevos sistemas informáticos en el Instituto Geográfico Nacional (IGN), en cuyos talleres se imprimía. La edición número cien fue la del año 1988.

Número de páginas dedicadas
a las distintas secciones

	1940	1954	1974	1993
Calendario	30	28	26	26
Efemérides	180	184	190	236
El cielo	30	28	28	30
Tablas	35	37	37	70
Elipsoide	17	27	27	27
Artículos	60	32	98	43

En 1990 se produjo otro cambio estético importante. La fotografía ilustrativa pasó a ocupar toda la cubierta frontal, el lomo y la contraportada, dando más vistosidad al libro. En cuanto al contenido, las posiciones geográficas de las capitales de provincia pasaron a referirse al meridiano de Greenwich, en lugar del de Madrid como había sido hasta 1989. El ANUARIO para 1993 fue el último confeccionado por de Castro y en ese formato. En el periodo de 1976 a 1993 apenas se incrementó el número de tablas, que fueron reordenadas, y se añadió una sección dedicada a los asteroides.

Última etapa

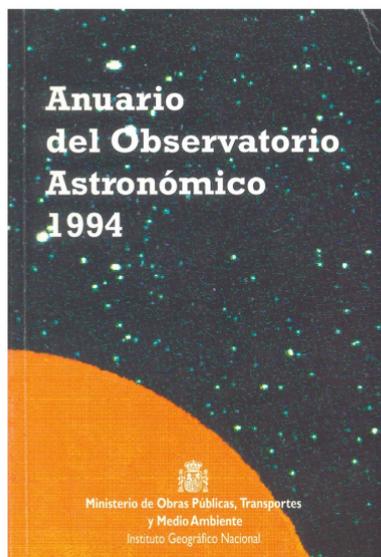
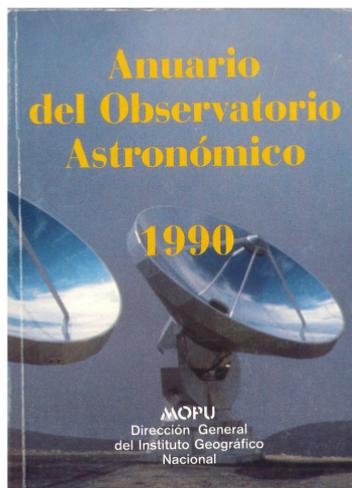
Con el tomo de 1994 se inició una etapa nueva, en que se llevó a cabo una renovación total de metodología, contenido y formato, a cargo del astrónomo Pere Planesas. Cuando el Director del Observatorio Astronómico Nacional me propuso ocuparme de la confección del ANUARIO medité acerca de cómo me gustaría que fuera. Propuse cambiar el formato del libro, aumentando su altura hasta 200 mm, y ligeramente su anchura, hasta 135 mm. Con una proporción de 3:2 su aspecto sería estéticamente más agradable y su tamaño seguiría siendo el propio de un manejable libro de bolsillo. Al disponer las páginas de mayor superficie se conseguía disminuir considerablemente el excesivo grosor de los tomos precedentes, que se redujo a unos 15 mm, e incluir en una sola página

tablas que antes ocupaban dos. Por supuesto, el cambio de tamaño, generó la queja de algún coleccionista. En su defensa cabe decir que el más que bicentenario *Annuaire* ha cambiado tu tamaño en dos ocasiones, en los años 1934 y 1977. Además, al contrario que en la obra francesa y siguiendo la tradición desde que apareció el primer tomo del ANUARIO, se ha mantenido un precio muy asequible para cualquier usuario.

El contenido también fue revisado, considerando no solo el tradicional del ANUARIO sino también el de obras similares que se habían ido renovando, como el *Annuaire* del Bureau des Longitudes y el *Observer's Handbook* de la RASC. También fue mi intención complementar o sustituir tablas numéricas por ecuaciones que fueran fácilmente implementables en programas de ordenador y calculadoras programables, al alcance de muchos usuarios.

El propósito de desarrollar programas de ordenador (en Fortran) que permitieran realizar todos los cálculos se prolongó durante dos años, pero era una de las razones de la renovación: se trataba de conocer el fundamento, la precisión, los períodos de validez y las limitaciones de todos los cálculos que se realizaran. Además, al confeccionar las tablas mediante programas que las generaran ya maquetadas, se quería evitar los típicos errores de transcripción que se podían producir en la maquetación por una tercera persona. La composición se realizaba enteramente en LaTeX (un sistema de composición de textos usado en el ámbito científico) y se proporcionaba a la imprenta un archivo o un conjunto de archivos en formato Postscript adecuado para las modernas filmadoras de los talleres del IGN. Por supuesto, hubo que solventar algunos problemas de compatibilidad.

Como consecuencia del enorme trabajo que implicó confeccionar el ANUARIO desde cero, la edición para 1994 fue incompleta y, aunque contenía todas las tablas esenciales, la maquetación dejaba mucho que desear, debiendo ser mejorada en los años siguientes. El contenido no ha dejado de evolucionar: en 1995 y 1996 se incluyeron nuevas tablas, figuras y explicaciones, prácticamente completando el nuevo contenido. En 1997 se incluyó el índice alfabético por materias; en 1998 se cambió el tipo de fuentes de Computer Modern al más agradable Times Roman, se maquetó con LaTeX2e y se mejoró el estilo de las tablas; en 2000 se incluyeron nuevas tablas y en 2002, figuras adicionales. Desde 2003 se maquetó con pdfLaTeX, lo que permite generar un archivo PDF con todo el libro. Posteriormente se inició la transferencia del software a un sistema basado en linux, proceso que terminó en 2005, permitiendo una mayor automatización y el uso de un repositorio de versiones, útil tanto como copia de seguridad como para facilitar la colaboración de varios autores. Su extensión típica actual está entre 410 y 470 páginas.



En las primeras páginas del ANUARIO se encuentran el índice y la información más consultada (inicio de las estaciones, fases lunares, eclipses, fenómenos relevantes). En 1996 se empezó a poner parte de esta información en las páginas web del Observatorio Astronómico Nacional (<http://www.oan.es>), que se desarrollaron por iniciativa de Javier Alcolea, Pere Planesas y Pablo de Vicente. En la actualidad esta información se encuentra en la web del IGN:

<https://astronomia.ign.es/web/guest/informacion-al-publico> y se complementa con un sofisticado Servidor de Efemérides desarrollado por el astrónomo Tomás Alonso Albi, accesible en <http://www.oan.es/servidorEphem/>.

Desde el primer año hasta la fecha no se ha dejado de mejorar el software y la maquetación, de automatizar los procesos de elaboración de las distintas secciones, de añadir o mejorar las ilustraciones y de actualizar el contenido. También hubo que modificar la cubierta, en 2001, para adecuarla a la nueva normativa de imagen institucional promovida por el Ministerio de Administraciones Públicas, que la afeaba, y que, afortunadamente, pudo simplificarse en 2009, lo que se aprovechó para rediseñar enteramente la cubierta. Hacia el año 2000 la tirada era de 2.000 ejemplares, el 10% de los cuales se destinaban a intercambios con otras instituciones y al uso interno del Observatorio.

Ocasionalmente (2004, 2012) se ha realizado una profunda revisión del contenido. También se ha decidido en 2007 añadir una sección dedicada a los planetas enanos, tras la decisión de la Unión Astronómica Internacional en agosto 2006 de definir esta nueva familia de objetos, y en 2017 reducir el contenido de las tablas de cometas de corto periodo, cuando se ha elevado tanto el ritmo de descubrimientos que las hacía muy farragosas. (Actualmente se descubren unos 60 cometas y unos 40.000 asteroides al año.)

En la edición de 2005 se incluyó de nuevo la lista del personal científico del Observatorio Astronómico Nacional. En 2006 se introdujeron por primera vez pliegos en color en la sección dedicada a los artículos de divulgación, lo que les daba mayor vistosidad. En 2010 se sustituyeron figuras, como las del aspecto del cielo nocturno, por otras de mejor calidad realizadas utilizando el software JPARSEC desarrollado por Tomás Alonso.

En la edición para 2014 hubo diversos cambios impuestos por la Subdirección General de Astronomía, Geofísica y Aplicaciones Espaciales, que consistieron en cambiar el título de la obra a *Anuario del Real Observatorio de Madrid*; cambiar la lista de personal, excluyendo de ella la mayor parte del personal del Cuerpo de Astrónomos (que se redujo a los destinados al Observatorio Astronómico de Madrid) e incorporando el personal de geofísica que se encuentra ubicado en dicho Observatorio; ampliar considerablemente la sección dedicada a la Tierra, con información sobre sismología y geomagnetismo, y, en 2015, fijar una misma ilustración de cubierta para todos los anuarios sucesivos. En la edición de 2017, jubilado el subdirector, se empezaron a revertir dichos cambios, y desde 2018 se cambia cada año, como era habitual, la imagen de la cubierta para que haga referencia a uno de los artículos de divulgación y así también permita distinguir de manera visual las distintas ediciones.

Los autores

No es fácil saber quienes se responsabilizaron de la mayor parte del trabajo de confección del ANUARIO, pues no suele aparecer indicación alguna del autor o autores, hasta que a partir de 1994 se tomó tal costumbre, por exigencia del autor, el cual argumentó que, al no tratarse actualmente de una obra colectiva, sino fruto del trabajo y conocimientos de un astrónomo en concreto, su labor debía visibilizarse y, al mismo tiempo, responsabilizarse públicamente del resultado. A continuación expongo lo que he llegado a encontrar.

En la primera época la confección del ANUARIO fue una tarea colectiva, según se deduce de las Actas de la Junta de Astrónomos que figuran en el archivo. En la segunda época parece que hubo un responsable principal que contó con la ayuda de otros astrónomos, con contribuciones más o menos complejas. Por ejemplo, el responsable del anuario de 1908 fue Carlos Puente, que contó con la ayuda de Francisco Cos en el cálculo de las efemérides, de Antonio Vela en el de las ocultaciones de estrellas por la Luna y de Miguel Aguilar en los cálculos para observaciones de física solar. Puente siguió con esta tarea hasta su jubilación en noviembre de 1919, tras 40 años de servicio. A partir de entonces debieron ocuparse de ella Cos y Aguilar, como parece deducirse de un comentario en el prólogo del ANUARIO para 1925. Aguilar, que se ocupaba de parte de las tablas, murió ese mismo año, siendo sustituido en tal tarea por Gonzalo Reig. En el de 1927 consta que calendario, efemérides y tablas fueron realizados por Cos y Enrique Gastardi, mientras que Reig se ocupó de las ocultaciones. El de 1929 parece haber sido hecho por Cos, ya jefe del Observatorio, y Francisco Pinto. En el año de su jubilación, 1931, Cos todavía calculó buena parte del ANUARIO para el año siguiente.

En el ANUARIO para 1933 Enrique Gullón Senespleda amplió la parte gráfica. En el de 1934 se especifica que en su redacción tomó parte, según su especialidad y conveniencia del servicio, todo el personal. En el siguiente se anunció que el subdirector José Tinoco cuidaría en lo sucesivo la confección y revisión del ANUARIO, auxiliado por Miguel Aguilar Stuyck, que ya venía colaborando con Victoriano Fernández Ascarza en la confección de tablas. El de 1937, en plena guerra civil, fue confeccionado por Tinoco, con el posible apoyo de Gullón y Rafael Carrasco. El de 1938 fue confeccionado por Tinoco con el auxilio de Carrasco.

En el de 1951 se incluyó una noticia necrológica de Miguel Aguilar Stuyck, hijo y nieto de astrónomos, que colaboraba desde hacía muchos años en el cálculo y preparación del ANUARIO, tarea a la que se dedicó especialmente en los años previos a su muerte.

Mariano Martín Lorón se ocupó de la preparación y cálculo del ANUARIO desde su edición para 1954 hasta 1974. Tras la jubilación de Rafael Carrasco en 1971, Martín Lorón fue nombrado director del Observatorio.

En este mismo año se incorporó Ángel de Castro y de Castro, con lo que el Observatorio seguía contando con cinco astrónomos. El ANUARIO para 1974 fue preparado entre Martín Lorón, cercano a su jubilación, y de Castro, que iba a sustituirle en tal tarea. El de 1975 fue realizado por de Castro con la supervisión de Martín Lorón, que se jubiló en octubre de 1974, tras 47 años de servicio.

El ANUARIO de 1994 fue realizado por Pere Planesas Bigas, con la colaboración de otros astrónomos en algunas tablas y contenidos. En los años sucesivos lo realizó enteramente él, salvo alguna colaboración ocasional o la revisión de algún contenido, hasta que para el de 2007 inició su participación María Sánchez Ramos. Los dos confeccionaron el de 2008 y, tras la marcha de Planesas al Observatorio Europeo Austral (ESO) en marzo de 2008, Sánchez Ramos asumió todo el trabajo de confeccionar y actualizar el ANUARIO, con la colaboración ocasional de Tomás Alonso Albí en la renovación de algunas ilustraciones, mucho más vistosas, renovando tablas y sugiriendo mejoras. Tras su reincorporación en 2011, Planesas realizó labores de revisión hasta su jubilación voluntaria en 2017. (Documentándose para este artículo, el autor ha descubierto que no ha sido el primer astrónomo del Observatorio en jubilarse voluntariamente sin esperar a la edad reglamentaria, pues en 1932 lo hicieron Pedro Jiménez Landí y Gonzalo Reig Soler.) En la actualidad la astrónoma María Sánchez Ramos sigue confeccionando el ANUARIO.

Difusión

Durante buena parte del siglo pasado el ANUARIO fue objeto de intercambio de publicaciones con otros observatorios, nacionales y extranjeros, y se suministró a bibliotecas del ámbito astronómico o científico, algunas en el extranjero. En la actualidad son muy escasos tales intercambios. La tirada llegó a superar los 2.000 ejemplares anuales, buena parte de los cuales se vendían en las Tiendas del Mapa, en delegaciones provinciales del IGN, en librerías especializadas y por correo. El número de ejemplares impresos ha ido reduciéndose progresivamente, hasta unos 700 al año, a medida que los usuarios de las efemérides y de los datos que contiene el ANUARIO han dispuesto de revistas de divulgación de astronomía publicadas en España, de acceso a programas de ordenador de tipo “planetario” y a aplicaciones similares, y a la información disponible en internet, proporcionada por observatorios e instituciones especializadas (JPL, IMCCE, NASA, IAU, MPC, ROA, OAN, etc).

Durante varias décadas algunos de los artículos del ANUARIO se imprimieron en forma de separata, lo que facilitaba su intercambio y consulta con las personas interesadas en un tema en concreto, más o menos especializado. Ello dejó de hacerse en la década de 1980, precisamente cuando entre los científicos estaba en auge el intercambio

EL OBSERVATORIO ESPACIAL HERSCHEL

Pere Planesas

Observatorio Astronómico Nacional
 y
 Centro Nacional de Información Geográfica
 Instituto Geográfico Nacional - Ministerio de Fomento

Javier Graciá Carpio

Fractal SLNE
 y
 Observatorio Astronómico Nacional

Abstract

The Herschel Space Observatory will be the first astronomical mission to study the cold Universe at far-infrared and submillimeter wavelengths. Its main goal is to look at the formation of stars and galaxies. It will carry the largest telescope ever launched and three complementary scientific instruments. In this paper we describe the telescope, instruments, operation and main scientific objectives, as well as the OAN/CNIG participation in the design, construction and scientific core program of the heterodyne instrument HIFI.

Introducción

El Observatorio Espacial Herschel, conocido también por sus siglas en inglés HSO y coloquialmente como "Herschel", es la siguiente gran misión científica en astronomía que la Agencia Europea del Espacio (ESA) va a

IMPACTOS SOBRE LA TIERRA

Pablo de Vicente Abad

Observatorio Astronómico Nacional
 Instituto Geográfico Nacional - Ministerio de Fomento

Abstract

The Earth receives around 30 000 tons of material from meteoroids every year. Most of them cause meteor showers, some, fireballs and a few of them meteoroids that impact on the ground. The Earth is also subject to big impacts from Near Earth Objects larger than 100 m. In the past these impacts have probably carried life to our planet but also destruction and large extinctions of species. The possibility of large impacts that could put into risk our civilization causes great worry. Some programs are currently underway to detect, monitor and compute the trajectory of Potentially Hazard Objects. Two web pages list and classify the impact risk by Near Earth Asteroids.

There are some ideas to shift the trajectory of hazard asteroids but all of them require spacecraft technology currently not available. For the time being only a very few spacecraft missions have been launched to land on an asteroid or shoot a comet with a small impactor. In the future a big asteroid or comet will impact the Earth and by then, human beings should have developed and tested a technology to avoid it. It will probably not happen soon, but we should be ready.

Introducción

El 22 de febrero de 2012, un telescopio robótico del Observatorio de Mallorca detectó un nuevo asteroide de unos 45 metros de diámetro. La noticia saltó a los medios 12 días después y en algunos periódicos se

¿CUÁL ES EL DESTINO DE LA VÍA LÁCTEA?

Santiago García Burillo

Observatorio Astronómico Nacional
 Instituto Geográfico Nacional - Ministerio de Fomento

Abstract

The recent determination of the three-dimensional motion between Andromeda (M 31) and the Milky Way has allowed astronomers to predict with high accuracy the past history and the future evolution of the encounter between both galaxies. In about 4 billion years, Andromeda is going to start a dramatic collision with the Milky Way that will disrupt the stellar disks of both systems. The most likely scenario contemplates that the two galaxies are bound to merge and eventually form a massive giant elliptical after 10 billion years from now. During this colossal event, the supermassive black holes in our two galaxies will interact, and possibly merge. And if enough material piles up around the resulting beast, maybe our Milky Way could become a quasar.

Introducción

Nuestra Galaxia (también conocida como la *Vía Láctea*, *Milky Way* (MW) en su acepción inglesa) y la galaxia Andrómeda (M 31) son las galaxias más masivas del Grupo Local de galaxias (van den Bergh 2000). Este grupo incluye una cincuenta de objetos, en su mayoría galaxias enanas poco masivas. Como en el caso de la mayoría de los grupos de galaxias, el Grupo Local está muy probablemente desacoplado del movimiento cosmológico de expansión acelerada del universo y puede, por lo tanto, considerarse como una entidad gravitacionalmente ligada, y en cierto modo, *abandonada* a su suerte. En este contexto, conocer cuál será la evolución futura del Grupo Local, reviste un gran interés astronómico.

Las ondas gravitacionales, mensajeras de un universo oculto

Rafael Bachiller

Astrónomo y director del Observatorio Astronómico Nacional
 Instituto Geográfico Nacional - Ministerio de Fomento

Resumen

La reciente detección de ondas gravitacionales por parte de la colaboración LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) supone la confirmación de una de las predicciones más sorprendentes de la teoría de la Relatividad General de Einstein, y proporciona a la astronomía una nueva herramienta para explorar el universo. Esta detección ha sido el producto de décadas de trabajo y desarrollos tecnológicos, y es considerada ya como uno de los resultados científicos más importantes de este siglo. Prueba de ello es la concesión del Premio Nobel de Física en 2017 a los principales responsables del experimento LIGO.

Las primeras ondas gravitacionales detectadas en la historia se originaron en la colisión de dos agujeros negros de 35 y 30 veces la masa de nuestro Sol, que tuvo lugar hace 1 400 millones de años. Su detección con LIGO el 14 de septiembre de 2015 marca el comienzo de una nueva época en la exploración del universo. En este artículo recorremos la apasionante historia de este hallazgo y de los que le siguieron, de su significado científico y de su impacto en el conocimiento humano.

La Relatividad General de Einstein

Para comprender el significado físico de las ondas gravitacionales hay que remontarse más de un siglo, concretamente al año 1915, momento

Figura 11: Ejemplos de artículos de divulgación publicados en los anuarios de los años 2008, 2013, 2016 y 2019 (de izquierda a derecha y de arriba a abajo).

de prepublicaciones en papel. Estas ahora se distribuyen a través de repositorios electrónicos (como arXiv.org). De modo análogo, los artículos de divulgación publicados en el ANUARIO a partir de 1994 están disponibles individualmente en formato PDF en la dirección <https://astronomia.ign.es/anuario-astronomico>.

El ANUARIO, como otros muchos libros de efemérides, sigue publicándose como referencia de información astronómica contrastada y avalada por una institución profesional y se comercializa con un bajo precio, para que su coste no suponga un inconveniente para su compra. Se ha discutido su posible conversión a ebook, pero no resulta fácil, por la cantidad de tablas complejas y fórmulas que contiene, salvo que se proporcione simplemente en un rígido formato PDF (los últimos ejemplares están disponibles en la dirección anterior). Pero por el momento se seguirá publicando como un clásico libro en papel, lo cual aprecian quienes lo coleccionan, de fácil manejo y con sus tradicionales artículos de divulgación, a todo color y escritos por científicos profesionales, que le proporcionan un valor añadido que creemos que es muy importante mantener.

En el ANUARIO de 1952 Tinoco incluyó una lista de todos los artículos, de divulgación o de resultados de observaciones, publicados en los anuarios desde 1860 hasta 1951. En total son unos doscientos artículos firmados, siendo los autores más prolíficos Miguel Merino, Victoriano Fernández Ascarza, Carlos Puente, Antonio Vela, Francisco Íñiguez, Pedro Carrasco y José Tinoco, todos ellos con más de diez contribuciones. Hubo en total 25 autores distintos.

En la etapa que va de 1952 a 1993 se publicaron 42 artículos, en promedio uno al año, por parte de 23 autores distintos, todos del Observatorio salvo dos, siendo el más prolífico Manuel López Arroyo, con 6 artículos.

A partir de 1994, tras hacerse cargo de la confección del ANUARIO Planesas, primero, y Sánchez Ramos, después, el número medio de artículos por año se ha duplicado (60 en 27 años). También ha aumentado la variedad, al contribuir autores ajenos al Observatorio con temas de arqueoastronomía, historia de la ciencia, meteorología, arte y literatura, todos ellos en relación con la astronomía, además de algunos de geofísica. Con ello se pretende hacer la obra más atractiva a sus lectores, por la mayor variedad temática y al publicar al menos dos artículos en cada tomo. El número total de autores ha sido de 29, siendo los más prolíficos en este periodo Pere Planesas, con 12 artículos, Rafael Bachiller, con 7, y Pablo de Vicente, con 5. Una selección de los artículos recientes ha sido recogida y puesta al día en el libro digital gratuito *Cuestiones de astronomía*, que se puede descargar en <http://www.ign.es/web/ign/portal/publicaciones-boletines-y-libros-digitales>.

Título y catalogación

En la revisión de todas las ediciones del ANUARIO llaman la atención los cambios que ha habido en la denominación de la obra y también de la institución. Uno de los cambios en el título, ya mencionado, fue debido a una cuestión administrativa: el cambio de adscripción propiciado por la caída de la monarquía. También se aprecian distintas denominaciones de la institución que lo confecciona en otros documentos, oficiales, como la Gaceta de Madrid, o de otra naturaleza, donde no parece haber un consenso en cómo denominar dicha institución. Algunos reflejan una ampliación de tareas (como la inclusión de la palabra Meteorológico) y otros pueden proceder simplemente de la decisión del director de turno o de quien redactaba un documento dado.



En documentos oficiales como son la Gaceta de Madrid (hasta 1959) y el Boletín Oficial del Estado (desde 1960) encontramos distintas denominaciones. Entre 1820 y 1840 en la Gaceta encontramos expresiones como “observatorio astronómico de esta corte” y Observatorio astronómico de Madrid. Desde el 2 de marzo de 1841 al 23 de setiembre de 1851 pasó a ser el Observatorio Meteorológico de Madrid. En la Real Orden de 1851 en que se le encomiendan de nuevo trabajos astronómicos aparece citado como Observatorio astronómico de Madrid, añadiendo que también será meteorológico. De hecho, en una nota relativa al paso de un cometa publicada en la Gaceta en 1853 se alude al Real Observatorio astronómico y meteorológico de Madrid. A partir de esta época en las notas meteorológicas aparece bajo el título de Real Observatorio de Madrid, hasta octubre de 1868 cuando, al pasar a depender del Rector

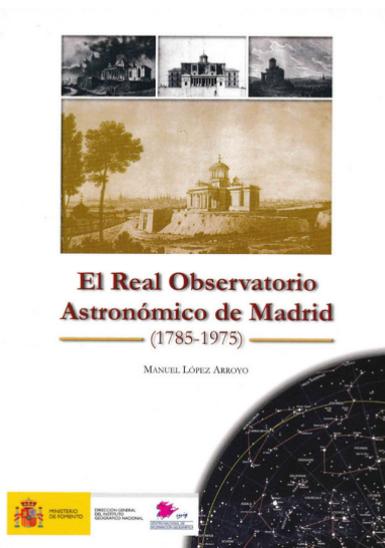
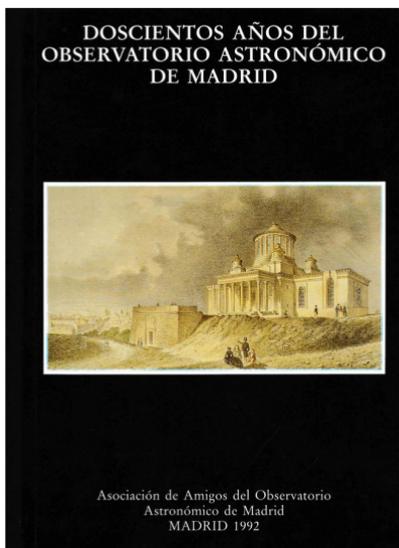
de la Universidad Central pierde, definitivamente, el apelativo Real. En la Gaceta es citado como Observatorio de Madrid hasta 1914 y como Observatorio Astronómico de Madrid a partir de entonces. Por fin, en el Decreto 245/1968 sobre reorganización de la Presidencia del Gobierno aparece la nueva denominación Observatorio Astronómico Nacional (que englobará el de Madrid y otros), aunque hasta 1972 en algunos artículos del BOE todavía aparecerá el de Madrid como Observatorio Astronómico de Madrid e incluso como Observatorio Astronómico Nacional de Madrid. En las convocatorias de oposiciones y becas y en los diversos cambios de ministerio y reorganizaciones ministeriales habidos posteriormente sólo se menciona el Observatorio Astronómico Nacional (OAN). La denominación que se le dé al de Madrid se limita al uso que consideren oportuno su dirección o la del Instituto Geográfico Nacional (IGN), en el que el OAN está adscrito, y aparece en convocatorias de licitaciones. La denominación habitual hasta alrededor de 2002 es la de Observatorio Astronómico de Madrid mientras que después y hasta hoy aparece con el apelativo Real. En cambio, en la actualidad en las páginas web del IGN aparece simplemente como Real Observatorio de Madrid, sin el calificativo de astronómico.

Ciñéndonos exclusivamente a los títulos del ANUARIO, nos encontramos que inicialmente (en 1860) este fue denominado *Anuario del Real Observatorio de Madrid*, nombre que mantuvo en 8 ediciones. En 1869, tras el exilio de la Reina y el consiguiente cese del Comisario Regio, pasó a denominarse *Anuario del Observatorio de Madrid*, nombre que mantuvo en 20 ediciones, independientemente de que en España hubiera de nuevo rey o no lo hubiera. A partir de 1927 se añadió a su nombre el calificativo de “astronómico”, quizás para evitar confusiones con observatorios de otra naturaleza, pasando a titularse *Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid*, que es la denominación más longeva, pues se ha mantenido hasta 2013, con 87 ediciones. En 1984 el título en la cubierta se redujo, posiblemente por razones estéticas, a *Anuario del Observatorio Astronómico*, aunque el título completo de la obra se mantuvo en las páginas interiores. En 2014 volvió a cambiarse su título de la cubierta por *Anuario del Real Observatorio de Madrid*, que ha mantenido al menos hasta 2019, a expensas de que pueda cambiar de nuevo a fin de recuperar su tradicional apelativo “astronómico” y quizás perder el recién recuperado de “Real” que, en mi opinión, resulta forzado si se tiene en cuenta que dejó de utilizarse en 1869, hace un siglo y medio. Tantos cambios de denominación suponen un inconveniente, además, para la catalogación en las bibliotecas que lo coleccionan desde hace muchas décadas.

Afortunadamente, su código del Depósito Legal, establecido en 1958 (BOE del 20 de enero), se mantiene constante para toda la colección del ANUARIO desde ese mismo año (M-7390-1958), como también lo es su número internacional normalizado de publicaciones seriadas (ISSN 0373-5125). Bajo este número ISSN, y bajo el único título para toda la serie

de *Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid*, se encuentra la colección de anuarios desde 1927 en la Biblioteca Nacional de España.

Confiemos en que esta obra, que tantos esfuerzos ha requerido a generaciones de astrónomos, tenga continuidad, en formato de papel o electrónico, como referente de información astronómica anual actual y de buena divulgación.



Referencias

Anuarios del Observatorio Astronómico de Madrid, sus prólogos y en particular los artículos correspondientes a los años 1860 (Gil de Zárate), 1868 (Aguilar), 1872 (Merino), 1922 (Vela), 1952 (Tinoco) y 2018 (Planesas).

Biblioteca y archivo del Observatorio Astronómico de Madrid.

Manuel López Arroyo, *El Real Observatorio Astronómico de Madrid (1785-1973)*, 2004, CNIG-ING.

VV.AA., *Doscientos años del Observatorio Astronómico de Madrid*, 1992, Asociación de Amigos del Observatorio Astronómico de Madrid.