



ESTUDIOS / RESEARCH STUDIES

Tipología de recursos astronómicos históricos y fondos documentales en las cartotecas españolas: estado de la cuestión

M. Pilar Alonso-Lifante, Celia Chaín-Navarro

Universidad de Murcia, España
Correos-e: mp.alonsolifante@gmail.com, chain@um.es

Recibido: 15-07-2014; 2ª versión: 24-09-2014; 3ª versión: 01-06-2015; Aceptado: 2-06-2015.

Cómo citar este artículo/Citation: Alonso-Lifante, M. P.; Chaín-Navarro, C. (2015). Tipología de recursos astronómicos históricos y fondos documentales en las cartotecas españolas: estado de la cuestión. *Revista Española de Documentación Científica*, 38(3): e095. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2015.3.1207>

Resumen: Se presenta el estado de la cuestión de un tipo de recurso especializado de gran valor histórico y científico: la documentación astronómica. Para ello, en primer lugar se definen los principales tipos de recursos astronómicos existentes señalando su evolución histórica. En segundo lugar se presentan los resultados de un estudio, realizado entre abril y mayo de 2014, sobre los fondos astronómicos existentes en cartotecas españolas, tomando como referencia el directorio de IBERCARTO de 2012. Las conclusiones indican que casi la mitad de las cartotecas encuestadas conservan documentos de este tipo, encontrándose dispersos en diferentes colecciones. Además, en torno al 70% de las instituciones tienen catalogada toda su documentación astronómica, descrita con los estándares clásicos de codificación (MARC 21) y catalogación (ISBD e ISAD(G)), aunque recientes estudios han puesto de manifiesto que estos estándares no son los más adecuados para describirla, por lo que actualmente no se consigue una satisfactoria recuperación de información.

Palabras clave: Recursos astronómicos históricos; cartografía celeste; cartotecas españolas; Ibercarto; encuesta; recuperación de información científica.

Typology of historical astronomical resources and map libraries and archives in Spain: state of the art

Abstract: The state of the art about a type of specialised resource with great historical and scientific value is presented: the astronomical documentation. First of all, the main types of astronomical resources are defined focusing on their historical evolution. Secondly, the result of a survey carried out between April and May 2014 about the astronomical collections in Spanish map libraries and archives is shown taking as a reference the IBERCARTO directory of 2012. Conclusions show that almost half of queried libraries and archives map have these type of documents, but disseminated in different collections. Moreover, around 70% of the institutions have catalogued all of their astronomical documentation and have used the classical encoding (MARC 21) and cataloguing standards (ISBD and ISAD(G)), although recent studies have shown that these standards are not the most suitable ones to describe it. Hence, a satisfactory scientific information retrieval is not achieved.

Keywords: Historical astronomical resources, celestial cartography, Spanish map libraries and archives, Ibercarto, survey, scientific information retrieval.

Copyright: © 2015 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-Non Commercial (by-nc) Spain 3.0.

1. INTRODUCCIÓN

La Astronomía, una de las ciencias más antiguas que existen, es también una de las que más ha avanzado en los últimos años, debido a los grandes adelantos que están teniendo lugar en la construcción de nuevos y mejores instrumentos de observación, como son los potentes telescopios de los que se dispone actualmente (ESO, 2014; Harrison y otros, 2013). Existen cantidades ingentes de datos recogidos por dichos telescopios y otros instrumentos de medida que no siempre han estado bien compilados, ni han sido profundamente explotados y que forman parte de diversas disciplinas astronómicas. Gran parte de dichos datos se encuentran presentes en distintos documentos astronómicos, y es precisamente esa valiosa información científica que contienen lo que los hace interesantes desde el punto de vista de la Documentación.

Decimos “valiosa” porque permite realizar estudios científicos de diversa índole. Sirva de ejemplo que, gracias a imágenes del cielo no publicadas, pudieron obtenerse los datos necesarios para trazar con mayor precisión la órbita del asteroide Apofis (Apophis) descubierto en el año 2004. Estos datos permitieron reducir notablemente la probabilidad de colisión de este asteroide con la Tierra en sus siguientes encuentros en los años 2029 y 2036 (Giorgini y otros, 2008).

Puesto que se trata de documentos muy especializados, las descripciones bibliográficas de los mismos también deberían serlo, o al menos reflejar los parámetros técnicos más comunes y de principal interés para los investigadores. Nos referimos, por tanto, a una catalogación-descripción en mayor profundidad, dirigida a un tipo de usuario más especializado (astrónomos, astrofísicos, historiadores de la ciencia, etc.) y muy enfocada a la Recuperación de Información (RI) para la investigación. Partiendo de esta consideración, se han llevado a cabo dos trabajos (Alonso-Lifante y otros, 2014 y 2015) sobre atlas y catálogos de estrellas históricas, con el objetivo de buscar nuevos campos de descripción y mostrar la importancia del uso de algunos campos ya existentes, para conseguir una mejor descripción bibliográfica de estos recursos. El propósito común era identificar la información científica más frecuentemente proporcionada por éstos y, como resultado de dichos trabajos, se desarrolló una propuesta de parámetros de descripción para cartas, atlas y catálogos de estrellas junto con una serie de directrices, para facilitar la identificación de estos parámetros en los recursos astronómicos.

Sin embargo, la tipología de recursos astronómicos es bastante rica y variada, por lo que no se limita exclusivamente a cartas, atlas y catálogos de estrellas. De hecho, existen otros tipos de documentos que han tenido y tienen gran relevancia en el mundo de la Astronomía como son globos celestes, almanaques náuticos, efemérides astronómicas, imágenes astrofotográficas, etc. Sobre imágenes astronómicas también se ha publicado

un artículo (Alonso-Lifante y Chaín-Navarro, 2013) donde se analiza la información astronómica que ofrece *Google Sky* y las bases de datos a las que enlaza: SIMBAD y NED, así como las que permiten describir MARC21, ISBD consolidada y RDA, todo ello con objeto de demostrar que no se han contemplado hasta el momento determinados parámetros astronómicos y astrofísicos, susceptibles de convertirse en futuros campos de estos estándares para la descripción de imágenes astrofotográficas de estrellas, galaxias, cúmulos y nebulosas.

Ante esta variedad de documentos, este trabajo surge por la necesidad de conocer la documentación astronómica histórica presente en cartotecas españolas, de forma que se pudiera comprobar el alcance que podría tener la anterior propuesta de parámetros astronómicos en instituciones españolas. Con esto se pretende mostrar que dicha propuesta no sólo es válida para instituciones puramente astronómicas como los observatorios astronómicos, sino también para instituciones de otra índole, como las cartotecas, que en ocasiones conservan determinada documentación astronómica. La mejora de la calidad de estos registros supone un paso más en el complejo proceso de descripción de este tipo de recursos altamente especializados, lo que proporciona una gran ayuda a astrónomos y astrofísicos a la hora de localizar determinados datos de interés en la documentación astronómica presente en otros centros diferentes a los astronómicos.

2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo de este trabajo es mostrar el estado de la cuestión en torno a un tipo de recurso especializado de gran valor histórico y científico: la documentación astronómica. Concretamente, se pretende indicar cuáles son los principales tipos de recursos astronómicos históricos existentes y en qué fondos de cartotecas españolas se pueden localizar.

Para ello, en primer lugar en la sección 3 se define cada uno de estos recursos, además de comentar cuál ha sido su evolución histórica, así como el principal uso que se les ha dado. En segundo lugar, en la sección 4 se presentan los resultados de un estudio realizado a un conjunto de cartotecas españolas durante los meses de abril y mayo de 2014, con el propósito de conocer la documentación astronómica que albergan. Concretamente, la encuesta se envió el 6 de abril de 2014 y se estableció como fecha tope para cumplimentarla el 16 de mayo de 2014.

Para llevar a cabo el estudio se emplearon los datos de contacto del directorio de cartotecas y colecciones cartográficas (Líter-Mayayo, 2012) en instituciones españolas de IBERCARTO (Sociedad Geográfica Española, 2014), publicado en octubre de 2012, como base para nuestra investigación. Atendiendo al citado directorio, se envió la encuesta a un total de 61 instituciones (Tabla I), de las cuales se ha recibido respuesta de 58. Una

vez identificados los centros, se diseñó un cuestionario de 10 preguntas (Alonso-Lifante, 2014) para conocer la documentación astronómica histórica presente en estas cartotecas españolas y su tratamiento, siendo de carácter obligatorio y determinante sólo la primera de ellas: ¿cuánta en su colección cartográfica con documentación astronómica? Las preguntas de dicho cuestionario pueden

agruparse en tres grandes bloques temáticos: 1) tipología de documentos astronómicos existentes y colección o fondo en el que se encuentran; 2) cobertura cronológica, estándares de catalogación y sistemas de gestión documental empleados; y 3) estado de la digitalización de la documentación astronómica y existencia de repositorio digital.

Tabla I. Listado de instituciones encuestadas

Tipo de Centro	Instituciones Encuestadas
Archivos	
Archivos estatales, dependientes de la Secretaría de Estado de Cultura	Archivo General de Indias; Archivo General de Simancas; Archivo Histórico Nacional; Archivo Histórico Nacional (Sección Nobleza); Archivo de la Real Chancillería de Valladolid.
Archivos de titularidad estatal gestionados por las Comunidades Autónomas	Archivo Histórico de Protocolos de Madrid; Archivo Histórico Provincial de Álava; Archivo Histórico Provincial de Almería; Archivo Histórico Provincial de Córdoba; Archivo Histórico Provincial de Granada; Archivo Histórico Provincial de Guipúzcoa; Archivo Histórico Provincial de Las Palmas; Archivo Histórico Provincial de Málaga; Archivo Provincial de Valladolid; Archivo Histórico Provincial de Zaragoza; Archivo Real Chancillería de Granada.
Archivos públicos de administración autonómica	Archivo General de la Región de Murcia; Archivo Histórico de Protocolos de Guipúzcoa; Archivo de la Alhambra y Generalife; Archivo Real y General de Navarra; Archivo del Reino de Galicia.
Archivos Municipales	Archivo Municipal de Cádiz; Arxiu Històric de la Ciutat de Barcelona; Archivo de Villa (Ayuntamiento de Madrid).
Archivos Militares	Archivo General Militar de Madrid.
Bibliotecas y cartotecas	Institución Colombina; Biblioteca de Catalunya; Biblioteca de Galicia; Biblioteca Nacional de España; Biblioteca Regional de Madrid "Joaquín Leguina"; Archivo Cartográfico Centro Geográfico del Ejército; Cartoteca Provincial Domingo Fontán. Diputación de Pontevedra; Real Biblioteca.
Museos, Reales Academias y otras instituciones	Museo de Historia de Madrid; Museo Naval de Madrid; Museu Marítim de Barcelona; Autoridad Portuaria de Santander; Museo de la Real Academia Galega; Real Academia de la Historia; Biblioteca y Archivo del Real Instituto y Observatorio de la Armada.
Universidades	Cartoteca Rafael Mas de la Universidad Autónoma de Madrid; Cartoteca del Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del territorio de la Universidad de Cantabria; Biblioteca Histórica Marques de Valdecilla de la Universidad Complutense de Madrid; Cartoteca José Estébanez Álvarez de la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad Complutense de Madrid; Cartoteca de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid; Biblioteca General Universitaria de Córdoba; Biblioteca Xeral de la Universidad de Santiago de Compostela; Cartoteca General Universitat Autònoma de Barcelona; Cartoteca de la Universitat de Girona; Cartoteca de la Universitat de València.
Institutos Geográficos	Instituto Cartográfico de Cataluña; Cartoteca del Instituto de Cartografía de Andalucía; Cartoteca del Instituto Geográfico Nacional; Biblioteca del Instituto Geológico y Minero de España; Archivo histórico del Instituto Hidrográfico de la Marina; Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León.
Otros	Empresa Metropolitana de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla (EMASESA). Sección Documentación Gráfica y Archivo Técnico / Departamento de GIS.

3. LOS RECURSOS ASTRONÓMICOS HISTÓRICOS: DEFINICIONES Y EVOLUCIÓN HISTÓRICA

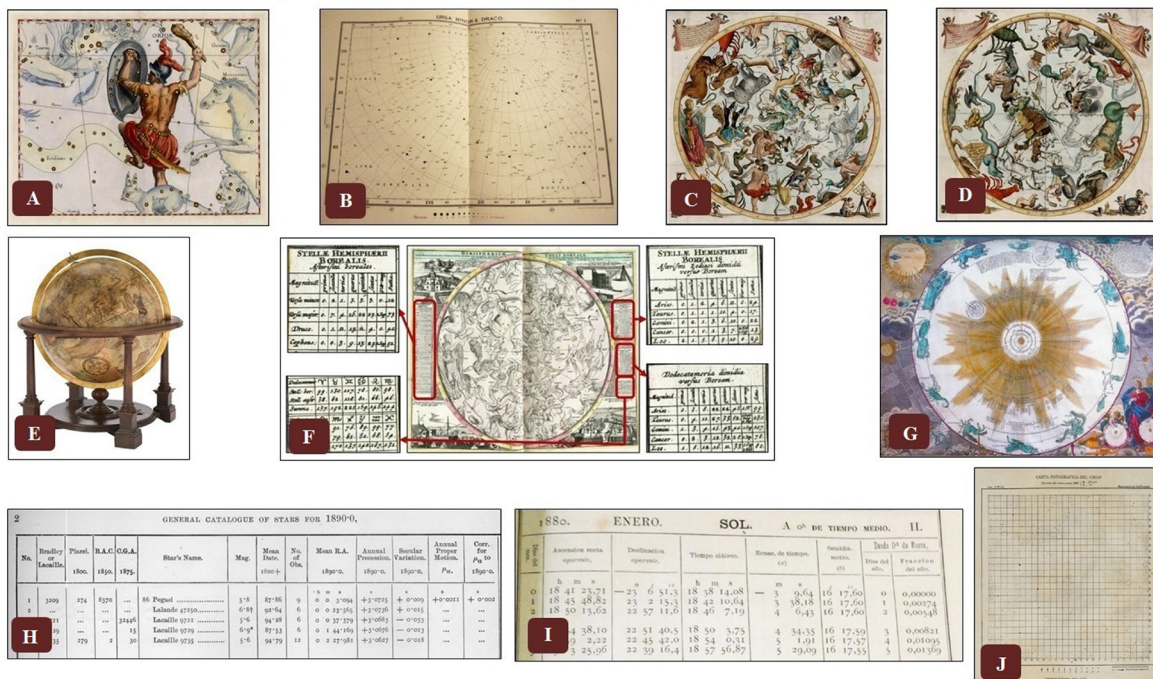
A pesar de la gran cantidad de clasificaciones de objetos celestes (NASA y ESA, 2014) que podemos encontrar en innumerables documentos y sitios web en Internet, resulta más complicado

localizar clasificaciones similares relativas a la variedad de documentos astronómicos históricos existentes. Este hecho pone de manifiesto la importancia del contenido (los objetos celestes y sus atributos) frente al continente (el soporte o tipo de documento). Resulta importante señalar también que muchos de estos documentos,

a pesar de ser todavía catalogados en la actualidad como monografías, pueden considerarse auténticos recursos cartográficos, como así lo acredita el tipo de información que contienen, basada en cantidad de datos de carácter cartográfico celeste, que van desde posiciones de estrellas y otros objetos en el cielo hasta lugares y

periodos de observación, pasando por otros muchos datos de interés científico. En esta sección haremos un breve recorrido por los distintos tipos de documentos astronómicos históricos más importantes (figura 1), aportando sus definiciones así como la evolución de cada uno de ellos a lo largo de la historia.

Figura 1. Tipología de documentos astronómicos históricos. (A) Carta celeste pictórica. Fuente: Hevelius (1690). (B) Carta celeste no pictórica. Fuente: Cottam (1889). (C) Planisferio boreal. Fuente: Hevelius (1690). (D) Planisferio austral. Fuente: Hevelius (1690). (E) Globo celeste. Fuente: Mercator (1551). (F) Planisferio-catálogo. Fuente: Doppelmayr (1742). (G) Carta cosmológica. Fuente: Doppelmayr (1742). (H) Tabla principal de un catálogo celeste. Fuente: Gill (1898). (I) Tabla de un Almanaque Náutico. Fuente: ROA (1878). (J) Astrofotografía (carta fotográfica del cielo)



Fuente: Observatorio de San Fernando (1923).

3.1. Atlas celestes

Los atlas celestes son documentos en formato libro que están formados por cartas celestes, entre las que podemos diferenciar cartas de constelaciones, planisferios, cartas-catálogos (híbridos) y cartas cosmológicas principalmente, aunque también hablaremos de los globos celestes por la proximidad con este tipo de documentación, siendo todos definidos en las siguientes subsecciones. La figura 2 muestra la evolución iconográfica y funcional que han experimentado los atlas celestes desde el siglo XVI al XX. Nótese que se ha tomado el siglo XVI como punto partida al tratarse de la época de comienzo de la conocida "revolución copernicana", donde nuevos conceptos y teorías puramente científicas comenzaban a competir con las ideas clásicas más de carácter esotérico. Como puede observarse, la creación de este tipo de recurso comenzó

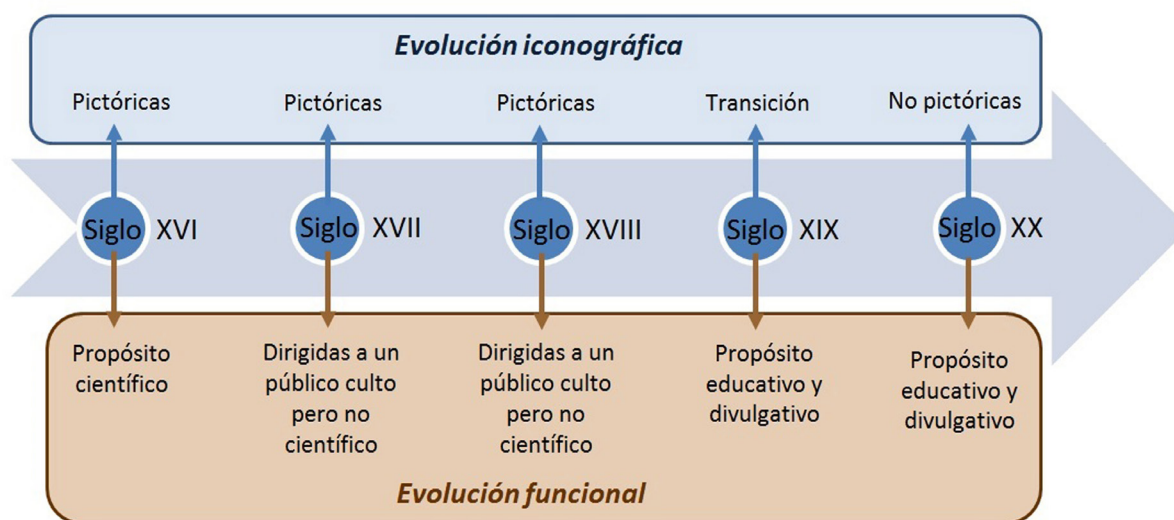
teniendo un claro propósito científico, pero con el paso de los siglos, la aparición de nuevos instrumentos de observación y medida permitían obtener datos cada vez más precisos de mayor cantidad de estrellas que era necesario plasmar de forma numérica en otro tipo de documentos, de ahí que el interés por los atlas celestes pasara a ser más de tipo educativo y divulgativo.

La evolución funcional que acabamos de describir se encuentra muy ligada al desarrollo iconográfico de estos recursos. Al principio, las cartas que conformaban los atlas celestes contenían numerosas imágenes de héroes y animales mitológicos, entre otros, a los que se asociaban las distintas disposiciones de estrellas en el cielo formando lo que se conoce como constelaciones. Con el tiempo, la presencia de estas imágenes fue disminuyendo hasta desaparecer casi por completo en el siglo XX, en lo

que se conoce como transición de imágenes pictóricas a no pictóricas. En efecto, tal y como se ha comentado anteriormente, los nuevos instrumentos permitían observar muchas más estrellas cada vez más distantes, de modo que las imágenes comenzaron a dificultar la correcta visualiza-

ción de las estrellas en los mapas. A esto hay que añadir que dichas imágenes reflejaban conceptos pre-científicos y símbolos astrológicos que estaban ya alejados de la nueva Astronomía, mucho más precisa y científica (Kanas, 2009).

Figura 2. Evolución iconográfica y funcional de los atlas celestes históricos



Fuente: Elaboración propia a partir de Whitfield (1995) y Kanas (2009).

Una buena forma de comprender este tipo de recurso es conociendo los más destacados a lo largo de la historia. En la figura 3A se muestran los cuatro grandes autores de la Edad de Oro de los mapas celestes (Bayer, Hevelius, Flamsteed y Bode), cuyos atlas inspiraron y sirvieron a numerosas generaciones posteriores de astrónomos correspondientes a los siglos XVII y XVIII. En el siglo XIX se produce un periodo de transición de cartas celestes pictóricas a no pictóricas. En ese proceso encontramos cartas celestes con imágenes tenues de constelaciones (que se pueden encontrar en los atlas mencionados en la figura 3B), cartas con imágenes de constelaciones conectadas por líneas (que se pueden localizar en los atlas mencionados en la figura 3C) y cartas sin imágenes de constelaciones (que se pueden hallar en los atlas mencionados en la figura 3D). La figura 3E muestra algunos de los atlas celestes más relevantes del siglo XX.

3.1.1. Cartas de constelaciones

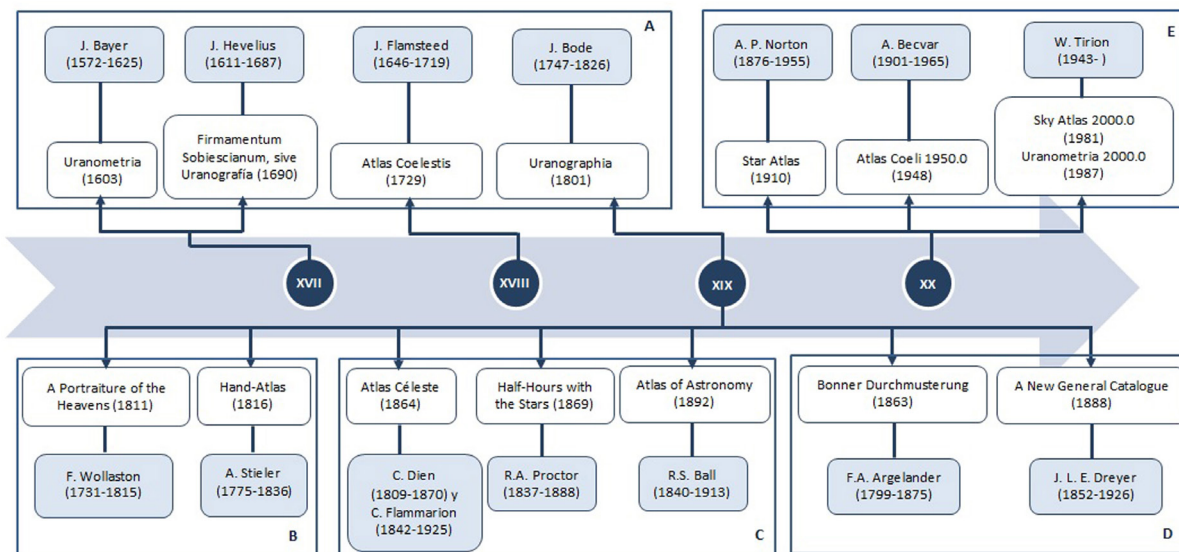
Según Alonso-Lifante y Chaín-Navarro (2013) "una carta celeste no es más que una representación plana de una región del cielo nocturno (o de éste en su totalidad) mostrando todos los objetos visibles hasta un determinado brillo". Aportan una definición más formal en Alonso-Lifante y otros (2014) donde definen "carta celeste" como

una "representación diagramática de la posición de los astros hasta una determinada magnitud de un sector limitado de la esfera celeste o de ésta en su totalidad", trabajo en el que facilitan varias definiciones de este documento cartográfico. La figura 1 (A) y (B) muestra dos imágenes que reflejan la evolución iconográfica ya comentada de la cartografía celeste, esto es, el paso de la existencia de imágenes pictóricas a no pictóricas.

3.1.2. Planisferios celestes

Históricamente, los planisferios eran cartas celestes que cubrían la totalidad de cada uno de los hemisferios celestes (figuras 1C y 1D), mostrando sus constelaciones y demás objetos celestes conocidos hasta una determinada magnitud de brillo. Para cubrir ambos hemisferios, cada uno de los planisferios estaba centrado, respectivamente, en el polo norte y en el polo sur celeste. Sin embargo, atendiendo al recorrido histórico propuesto en la figura 3, también podemos encontrar planisferios centrados en los dos puntos astronómicos más importantes del ecuador celeste: el equinoccio vernal (o punto de Aries) y el equinoccio de otoño (o punto de Libra). Como es evidente, estos planisferios mostraban conjuntamente extensiones del cielo correspondientes a los dos hemisferios.

Figura 3. Autores más importantes de atlas celestes del siglo XVII al XX y sus obras célebres



Fuente: Elaboración propia a partir de Kanas (2009).

No obstante, en el siglo XX, como documento individual, se considera planisferio a “un mapa circular de los cielos, con una máscara que lo cubre y que puede ser rotada para indicar qué estrellas son visibles desde la latitud dada en un instante y fecha elegidos” (Ridpath, 1999). Este tipo de documento presenta hoy día una finalidad claramente divulgativa, ya que es comúnmente empleado por parte de astrónomos con objeto de enseñar el cielo a los que se inician en el mundo de la Astronomía.

3.1.3. Globos celestes

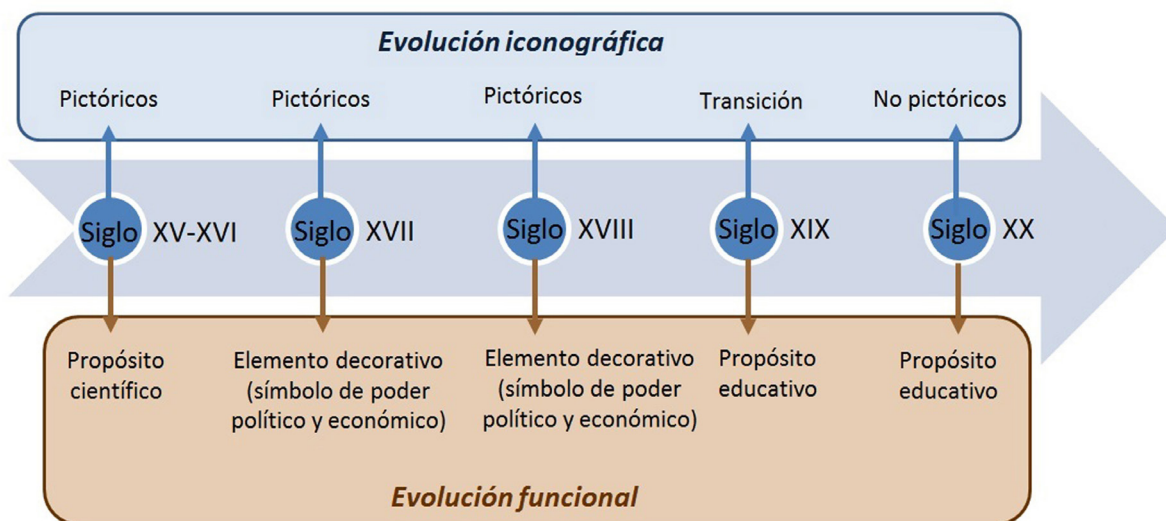
Según Stephenson y otros (2000), los globos celestes “recrean la esfera estrellada desde un punto de vista imaginario en el espacio exterior. No sólo es un mapa de los cielos, un globo funciona como un instrumento. Puede demostrar que las constelaciones son visibles en una determinada hora y ubicación en una fecha concreta, o puede determinar la hora del orto y del ocaso” (figura 1 E). Por otro lado, Líter Mayayo y Sanchís Ballester (2011), consideran que “el globo celeste es una esfera en cuya superficie están representadas las constelaciones con una situación relativa; es una esfera ideal, concéntrica con el globo terrestre, en la cual aparentemente se mueven los astros”.

Los globos celestes han desempeñado diferentes funciones a lo largo de la historia. Kanas (2009) las resume en dos: educativa y para la navegación. En efecto, los globos celestes se emplearon para enseñar el cielo, ya que, permiten mostrar las constelaciones en el espacio tridimensional, simular los ortos y ocasos de las estrellas, calcular sus

distancias relativas sin recurrir a la trigonometría esférica, visualizar los planos importantes como la eclíptica y el ecuador celeste, así como demostrar las posiciones relativas y los movimientos de los cuerpos celestes como los planetas. También se utilizaron para la navegación, ya que proporcionaban información que permitía establecer la localización en el mar.

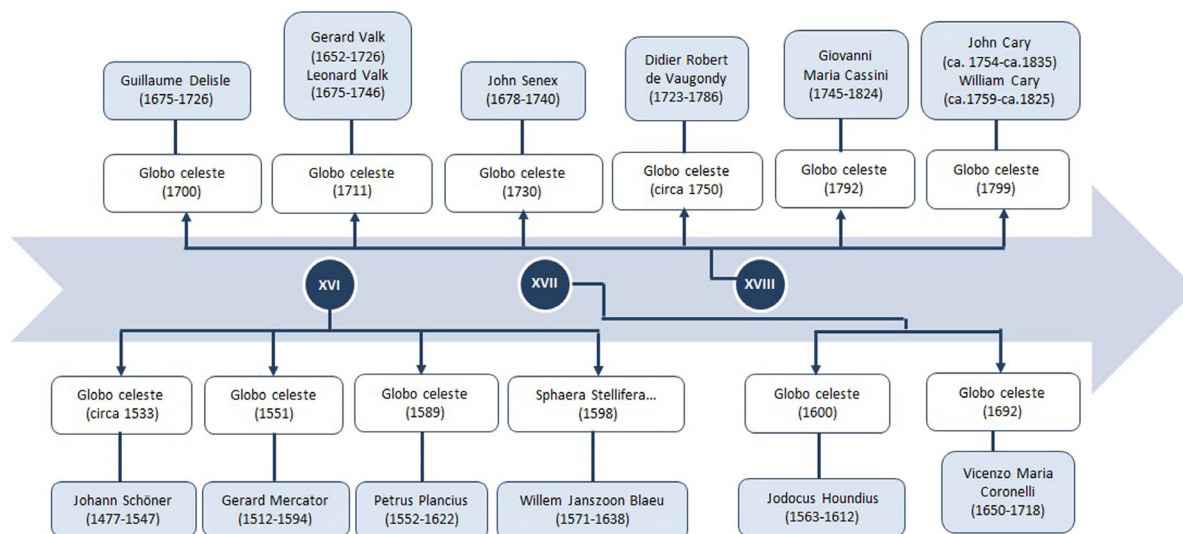
Kanas (2009) hace un recorrido histórico mostrando la evolución que han experimentado los globos celestes desde la Edad de Exploración hasta el siglo XX (figura 4). Desde el siglo XVI al XVIII se realizaron una serie de globos celestes. Los globos diseñados por Gerardus Mercator (1551), Petrus Plancius (1598) y Willem Blaeu (1602) (figura 5) jugaron una parte especialmente importante, no sólo en el desarrollo del estilo de las cartas celestes, sino también en la introducción de nuevas constelaciones y nuevos métodos para identificar las estrellas (Lachièze-Rey y Luminet, 2001). Destaca que durante el siglo XVIII los globos celestes empezaron a utilizarse más como elementos decorativos que por su valor científico intrínseco, dando paso a los mapas y atlas, que eran más fáciles de usar, podían actualizarse con frecuencia y eran mucho más baratos. Ya en el siglo XIX perdieron incluso su atractivo estético y los globos comenzaron a producirse en masa principalmente con propósitos educativos. A finales del siglo XIX perdieron completamente las imágenes de las constelaciones, reflejando un proceso paralelo al de las cartas celestes. Para más información sobre la historia de los globos celestes véase Stevenson (1921).

Figura 4. Evolución histórica iconográfica y funcional de los globos celestes



Fuente: Elaboración propia a partir de Kanas (2009); Líteer Mayayo y Sanchís Ballester (2011).

Figura 5. Los creadores de globos celestes más importantes de Europa de los siglos XVI al XVIII



Fuente: Elaboración propia a partir de Kanas (2009).

3.1.4. Cartas-catálogos (híbridos)

Una carta-catálogo es un documento híbrido formado por una carta celeste en cuyos márgenes suelen situarse tablas con información numérica

de las estrellas que muestra la carta (posiciones, magnitudes de brillo, etc.). La figura 1 (F) muestra un planisferio donde se ha hecho un zoom de las tablas numéricas propias de un catálogo que rodean la carta.

3.1.5. Cartas cosmológicas

Las cartas cosmológicas son un tipo de mapas que no representan el estado del cielo nocturno como en los anteriores documentos analizados. El propósito de los gráficos representados en este tipo de recursos era más bien plasmar las teorías astronómicas de la época (comprensión de la distribución de los planetas conocidos en relación a la Tierra y al Sol, movimientos planetarios, eclipses, etc.). Kanas (2009) va más allá e indica que los mapas cosmológicos “reflejan el estado socio-económico y cultural de la época en la que fueron creados dichos mapas”. En definitiva, se trata de un documento que aporta información de diversa índole y que principalmente suele ser de interés para historiadores de la Ciencia.

La figura 1 (G) muestra un ejemplo de un mapa cosmológico en el que se describe el estado del conocimiento astronómico a principios del siglo XVIII. Destaca el sistema cosmológico copernicano situado en el centro del mapa, completado con los planetas y sus lunas y con información numérica y textual.

3.2. Catálogos celestes

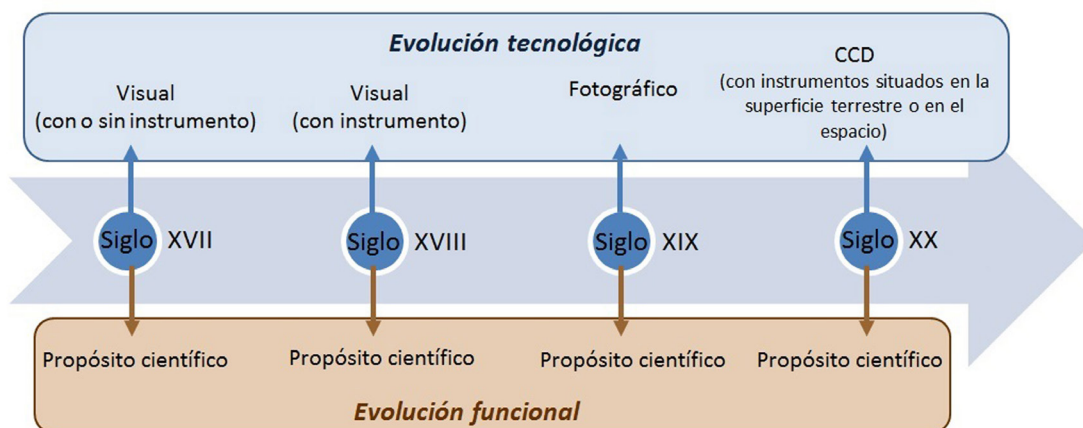
Jaschek (1989) define catálogo celeste como una larga lista ordenada de un tipo de datos específicos recogidos para un propósito concreto (figura 1 H). En Alonso-Lifante y otros (2015) se pueden encontrar varias definiciones de catálogo celeste. Entre estas definiciones destacamos la de Evans 2010: “un catálogo de estrellas, como género, es la representación formal de resultados de observaciones de objetos celestes publicados en forma de libro, a diferencia de tratados matemáticos espe-

cíficos que versan sobre movimientos celestes, de tablas de estrellas utilizadas para propósitos cronológicos o astrológicos, o de informes de observaciones escritos en estilo narrativo”.

En definitiva, un catálogo de estrellas histórico es un documento, generalmente en formato libro, cuyo contenido está formado principalmente por diversas tablas de datos de un determinado número de estrellas. En estos catálogos podemos encontrar por lo general dos tipos de tablas: 1) la tabla o tablas principales (esto es, el catálogo propiamente dicho donde se aportan los datos de las estrellas analizadas. En este tipo de tabla, cada una de las columnas representa un parámetro que ha sido estudiado sobre un conjunto de estrellas -posición, distancia, brillo, etc.- cuyos nombres y denominaciones astronómicas se encuentran en las filas de dichas tablas); 2) el resto de tablas previas o posteriores a la tabla principal (que proporcionan información extra sobre instrumentos empleados, correcciones efectuadas, errores detectados, etc.).

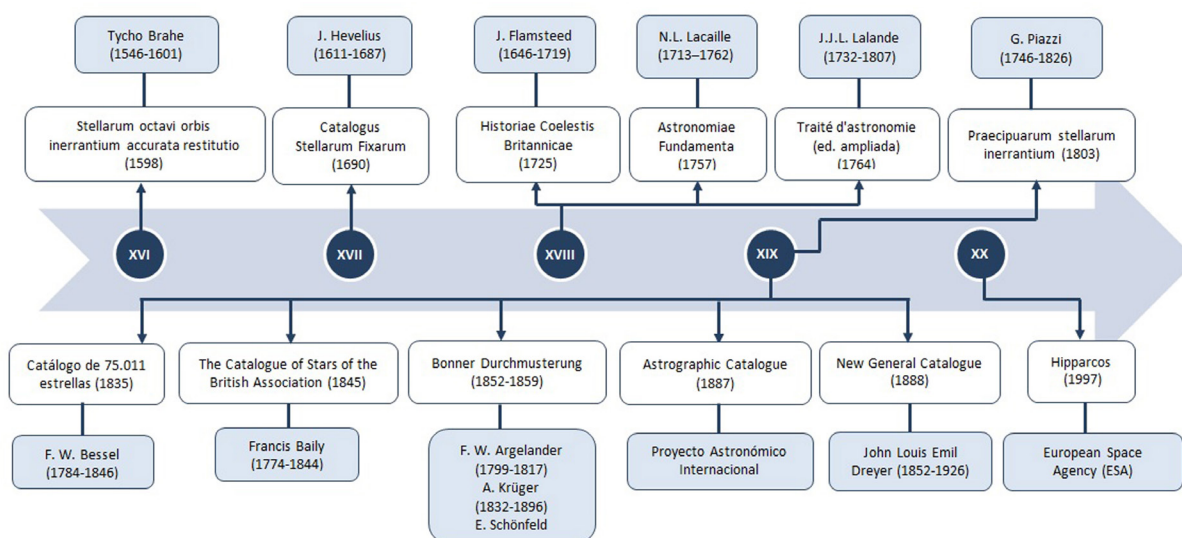
La figura 6 muestra la evolución tecnológica de la que ha sido testigo la Astronomía, en cuanto a instrumentos de observación se refiere, y que ha repercutido directamente en los catálogos celestes. Se diferencian principalmente tres periodos históricos: visual (con o sin instrumento), fotográfico y de dispositivos de carga acoplada (CCD) (López, 2013). En cuanto a la evolución funcional, el catálogo celeste ha sido un documento utilizado casi exclusivamente para fines científicos, con independencia del soporte en el que se encontrara. En la figura 7 se muestran los catálogos estelares y autores más relevantes del siglo XVI al XX.

Figura 6. Evolución tecnológica y funcional de catálogos celestes del siglo XVII al XX



Fuente: Elaboración propia a partir de López (2013).

Figura 7. Autores más importantes de catálogos celestes del siglo XVI al XX y sus obras célebres



Fuente: Elaboración propia a partir de López (2013).

3.2.1. Almanques náuticos y efemérides astronómicas

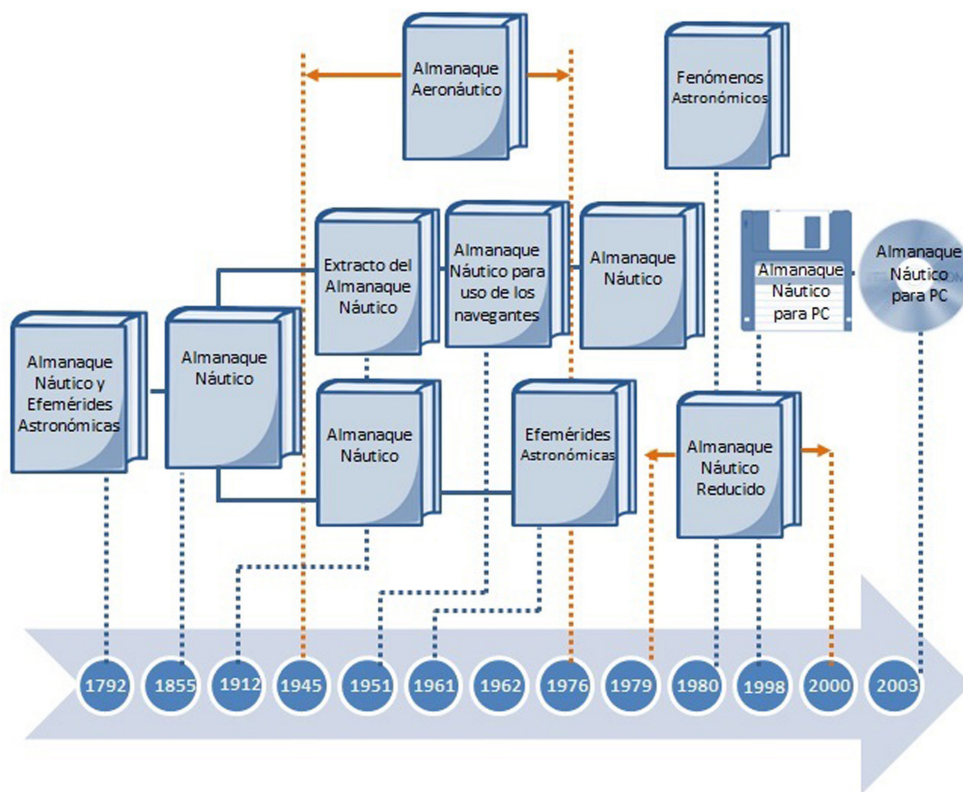
El almanaque náutico es una "publicación anual que contiene las efemérides del Sol, la Luna, los planetas observables y las estrellas más brillantes, necesarias para resolver los problemas de navegación astronómica" (Armada Española, 2014) (figura 1 I). De forma similar, las efemérides astronómicas son una publicación anual dirigida a astrónomos y geodestas donde se facilitan efemérides precisas de los objetos celestes, así como los datos necesarios para la preparación y reducción de las observaciones astronómicas (Armada Española, 2014). Por tanto, puede apreciarse que la diferencia fundamental entre ambos tipos de documentos reside en el público al que están dirigidos: a marinos en el caso del almanaque náutico, y a astrónomos y geodestas en el de las efemérides astronómicas, aunque en ambos casos se trata de información astronómica similar basada en la comunicación de efemérides.

Tal y como indican López Moratalla y Lara Coira (2002), los primeros almanques náuticos surgen debido "al problema de la determinación de la longitud en el mar". En cuanto a las efemérides, se pueden destacar las Tablas alfonsíes, que durante mucho tiempo fueron la base de todas las que se publicaron en España. Se trata de una publicación medieval llevada a cabo por iniciativa de Alfonso X el Sabio y cuyo principal contenido son tablas astronómicas que muestran las observaciones del firmamento efectuadas en Toledo entre los años

1263 y 1270. Además de su utilidad en geografía y navegación (localización de coordenadas terrestres basándose en coordenadas celestes, orientación basándose en el conocimiento de las constelaciones, etc.), el objetivo de estas tablas era proporcionar un mecanismo práctico para el cálculo de la posición del Sol, la Luna y los planetas, de acuerdo con el sistema de Ptolomeo. Para más información véase Chabás y Goldstein (2008) y Fernández Fernández (2005). En la figura 8 se muestra la evolución que ha experimentado el almanaque náutico y las efemérides astronómicas en España desde su creación hasta la actualidad, tanto en forma como en contenido. Se observa cómo al principio ambos documentos aparecían juntos en una misma publicación, y cómo con el paso del tiempo, debido a que iban destinados a profesionales diferentes, acaban publicándose por separado. En la figura 9 se muestran los almanques náuticos históricos más importantes.

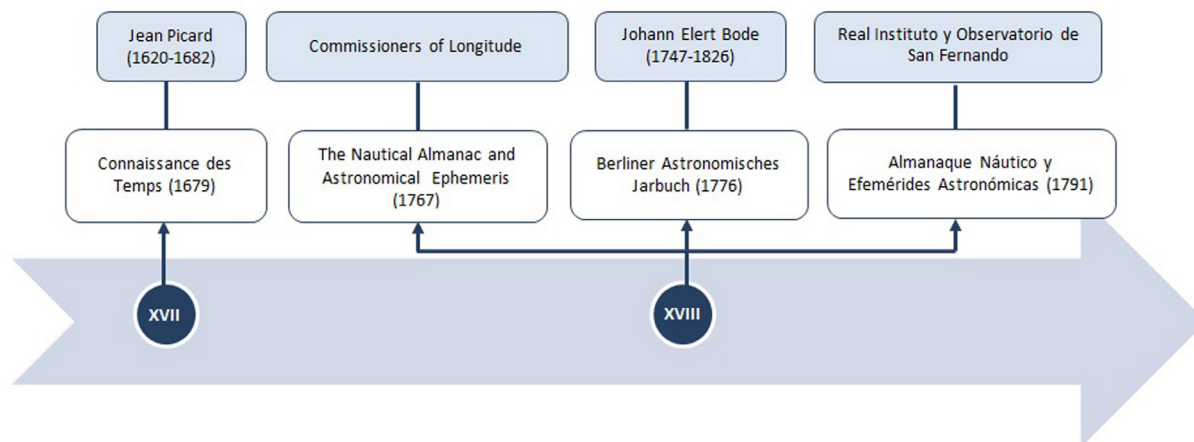
Finalmente, es interesante comentar que además de almanques náuticos y efemérides astronómicas, existen otros tipos de documentos como los "Boletines" y "Anuarios" astronómicos. Por ejemplo, el Boletín Astronómico del Observatorio de Madrid (creado en 1932), según Ruíz-Castell (2010) recogía "los trabajos de observación o de investigación que podían perder su interés si no podían ser publicados hasta la aparición del Anuario". Para más información sobre estos documentos véase Fernández Pérez (2010), sobre todo el Anexo III (página 495) donde muestra un listado histórico de publicaciones periódicas de astronomía editadas en España.

Figura 8. Evolución histórica del almanaque náutico y las efemérides astronómicas en España



Fuente: Elaboración propia a partir de López Moratalla (2011) y Armada Española (2014).

Figura 9. Almanagues náuticos históricos más importantes



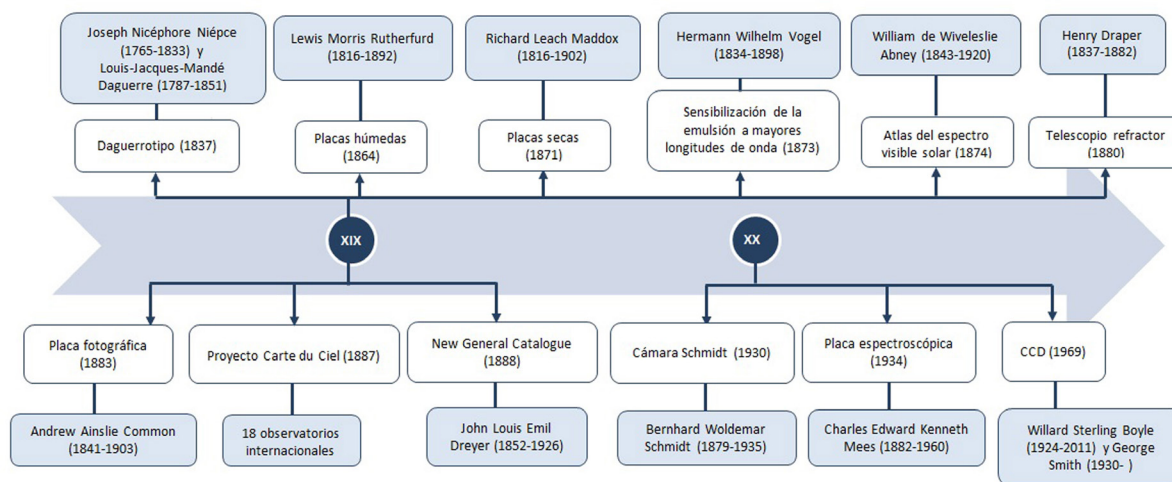
Fuente: Elaboración propia a partir de López Moratalla (2011).

3.3. Astrofotografía

La Astrofotografía es la rama de la fotografía dedicada a captar objetos celestes y fenómenos astronómicos (Casado y Serra-Ricart, 2009). Comenzó en 1850, incorporando sus técnicas a las observaciones en los telescopios del momento (Kanas, 2009), aunque no es hasta el siglo XIX cuando comenzaron los primeros experimentos fotográficos de la historia. Es importante comentar que, tal y

como se indica en Alonso-Lifante y Chaín-Navarro (2013), la Astrofotografía propició la aparición de un nuevo tipo de documento astronómico: las imágenes astrofotográficas (figura 1 J) que, a diferencia de las cartas celestes, suelen contener la imagen de un único objeto celeste (una estrella, galaxia, cúmulo estelar, etc.) o de un número reducido de ellos. En la figura 10 se muestra la evolución de la Astrofotografía así como sus principales impulsores.

Figura 10. Evolución de la Astrofotografía y sus principales impulsores



Fuente: Elaboración propia a partir de Casado y Serra-Ricart (2009).

Kanas (2009) señala la utilidad de la astrofotografía en cartografía celeste, ya que se comprobó que las coordenadas estelares podían medirse directamente a partir de las ilustraciones fotográficas. Esto dio lugar a una serie de proyectos astrofotográficos (figura 11), destacando el "Carte du Ciel", que surgió en una conferencia internacional en París en abril de 1887 y cuyo objetivo era la creación de un catálogo fotográfico en el que participaron 18 observatorios de todo el mundo, entre ellos el Real Instituto y Observatorio de la Armada de San Fernando (Cádiz, España).

4. FONDOS DE RECURSOS ASTRONÓMICOS HISTÓRICOS EN CARTOTECAS ESPAÑOLAS

Tal como se comentó en las Secciones 1 y 2, uno de los principales objetivos de este trabajo es tratar de conocer la documentación astronómica (del tipo que acabamos de presentar en la Sección 3) que se conserva en las cartotecas españolas recogidas en el directorio de IBERCARTO. Para ello se ha diseñado una encuesta de 10 preguntas que pueden agruparse en tres bloques temáticos diferenciados correspondientes a las secciones 4.1, 4.2 y 4.3.

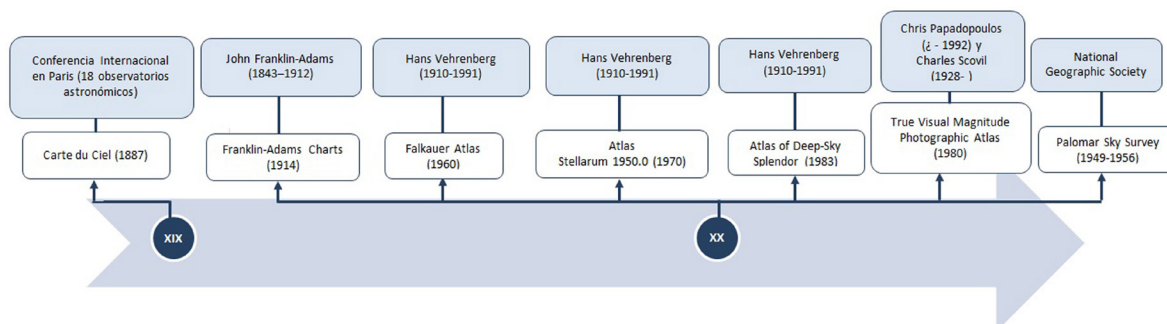
4.1. Bloque temático I: Tipología de documentos astronómicos y colección o fondo en el que se encuentran

Este primer bloque temático corresponde a las cuatro primeras preguntas del cuestionario (Alonso-Lifante, 2014), donde se pretende saber si las instituciones encuestadas cuentan o no con documentación astronómica, así como conocer los tipos de documentos astronómicos que conservan, el número aproximado de documentos de cada tipo y en qué fondo o colección documental se encuentra dicha documentación.

De las 61 instituciones a las que se envió la encuesta, 58 de ellas han respondido a la misma. De estas 58, conservan documentación astronómica 25, que supone el 43% de las cartotecas encuestadas.

Con respecto al tipo de documentación astronómica que conservan estas 25 cartotecas, tal y como puede observarse en la figura 12, los resultados muestran que el "atlas celeste" es el documento astronómico con más presencia en estas instituciones, estando presente en 15 de ellas. En segundo lugar tenemos las "tablas astronómicas" (título empleado

Figura 11. Proyectos astrofotográficos más importantes



Fuente: Elaboración propia a partir de Kanas (2009).

para designar a catálogos celestes antiguos) presentes en 12 de las 25 cartotecas. A continuación encontramos los almanaques náuticos, las efemérides y las cartas celestes, con presencia en 10 instituciones, así como los planisferios (en 9), los globos (en 8) y los catálogos celestes (en 4).

Como puede apreciarse en dicha figura, existen 8 instituciones que conservan otro tipo de documentación astronómica (barra "Otros" del gráfico), como es el caso del Archivo General de la Región de Murcia, que conserva 4 astrofotografías del eclipse total de sol del 28 de mayo de 1900, realizadas por la Comisión Oficial del Observatorio de Madrid en Plasencia (Gillman Bover, 1900). Otro ejemplo lo constituye la Real Biblioteca, que alberga textos tales como determinadas ediciones de la obra de Copérnico de 1543 y 1556. La "Sección de la Nobleza" del Archivo Histórico Nacional cuenta también con astrolabios y otros objetos científicos e incluso con correspondencia sobre fenómenos celestes así como de compraventas de dichos objetos. Otro caso es el de la Biblioteca Regional de Madrid "Joaquín Leguina", que cuenta con publicaciones periódicas, manuales, obras de divulgación y otros documentos relacionados con la Astronomía (conferencias, bibliografía, facsímiles, etc.). Del mismo modo, la Cartoteca "José Estébanez Álvarez" cuenta también con un gran número de monografías (alrededor de 200) y algunos facsímiles relacionados con la Astronomía.

Por otro lado, al tratarse de una documentación especializada quisimos conocer la colección o fondo en la que se conservaba en cada una de las cartotecas. En este sentido nos hemos encontrado diversos casos:

- Instituciones que tienen la documentación repartida en diferentes colecciones. Es el caso de la Biblioteca Histórica "Marqués de Valdecilla" de la UCM (Universidad Complutense de Madrid) que la tiene distribuida en las colecciones generales de libros impresos: incunables, fondos procedentes de la Universidad de Alcalá y fondos procedentes del Colegio Imperial de Madrid, etc.; o la Real Biblioteca, que

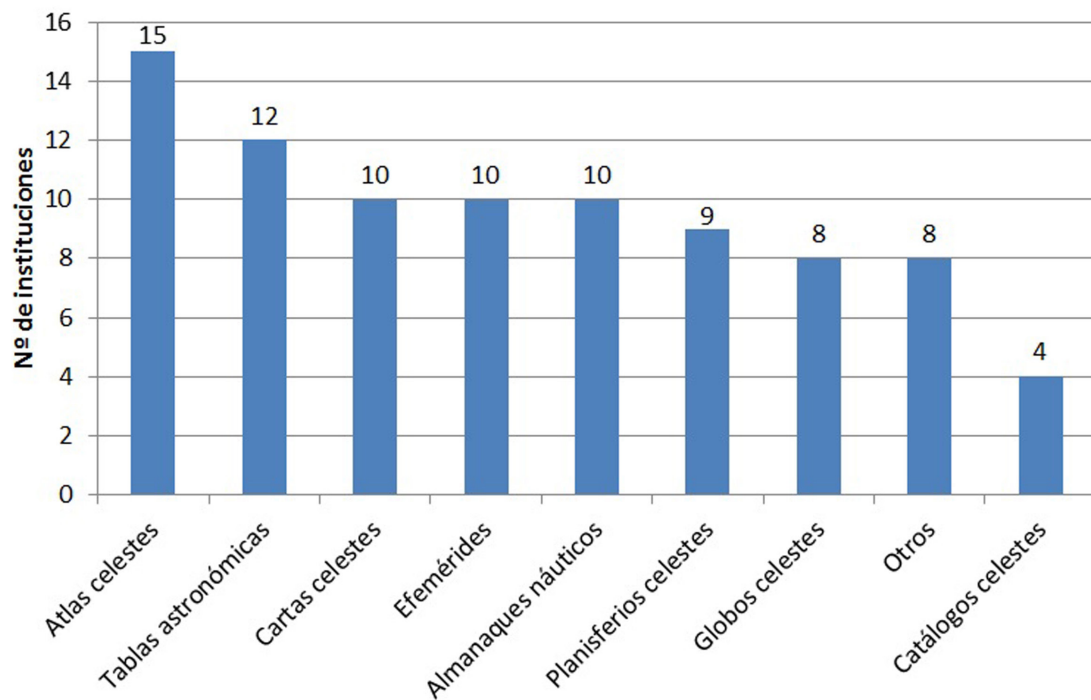
tiene su documentación dispersa por todo el fondo de la biblioteca, aunque hay dos secciones con fondo cartográfico específico: MAP/ y ARCH1/CART/ y ARCH2/CART/, etc.

- Instituciones que incluyen la documentación en la colección de un personaje concreto. Ejemplo de ello es el Archivo General de la Región de Murcia que la tiene en la "Colección fotográfica de Gustavo Gillman Bover", y la Biblioteca de Galicia que la conserva en la "Colección de Roldolfo Núñez de las Cuevas".
- Instituciones que incluyen la documentación en una colección cartográfica propiamente dicha (como el Museo Naval de Madrid) o en una colección cartográfica concreta (como el Archivo Cartográfico del Centro Geográfico del Ejército que la conserva dentro de la colección "cartografía exenta"; el Archivo Real y General de Navarra que la incluye en su "Colección de códices, cartularios y códices varios" o el Museo de la Historia de Madrid en su "Colección de estampas", etc.).
- Instituciones que conservan la documentación en una biblioteca auxiliar (como es el caso del Archivo del Reino de Galicia) o antigua (como sucede en el Instituto Hidrográfico de la Marina).

Cabe señalar también la existencia de casos excepcionales como el del Archivo Histórico Provincial de Málaga, cuya carta celeste es un documento aislado que no pertenece a ningún fondo ni serie documental.

4.2. Bloque temático II: cobertura cronológica, estándares de catalogación y sistemas de gestión documental empleados

Este segundo bloque temático engloba las preguntas cinco, seis, siete y ocho del cuestionario (Alonso-Lifante, 2014) con las que pretendíamos conocer la cobertura cronológica de la documentación astronómica, si ésta estaba catalogada, qué estándares se habían empleado para ello, y el sistema informático utilizado para la gestión del fondo.

Figura 12. Tipología de documentos astronómicos históricos que conservan las instituciones

Concretamente, de las 25 instituciones que conservan documentación astronómica, el 72% tiene toda la documentación catalogada. Del 28% de instituciones restantes (7 instituciones), la mayoría (6 de ellas, el 86%) tienen catalogada más del 80% de la documentación astronómica. La única institución que no tiene catalogado ningún recurso astronómico (solo una de las 7 cartotecas, lo que supone el 14%) es el Archivo Histórico Provincial de Málaga, puesto que sólo alberga una carta celeste que está siendo restaurada y con la que aún no han podido trabajar.

En lo que se refiere a la cobertura cronológica de la documentación astronómica (figura 13a), los resultados del estudio muestran que se conserva documentación del siglo XIII al siglo XX, existiendo un mayor volumen de los siglos XVIII, XIX y XX. En concreto, cabe destacar que la Biblioteca Histórica "Marques de Valdecilla" de la UCM es la que mayor cobertura cronológica presenta (del siglo XIII al XX), seguida por el Real Instituto y Observatorio de la Armada, que conserva documentación de los siglos XV al XX.

En cuanto a los estándares de codificación y catalogación, observamos que casi todas las cartotecas emplean las normas clásicas para describir la documentación astronómica (figura 13b).

Se observa que el estándar de codificación más utilizado es MARC 21 (en 12 instituciones), seguido de los estándares de catalogación ISBD e ISBD(CM). La norma ISAD(G) se ha empleado exclusivamente en algunos de los archivos encuestados y tan solo el Museu Marítim de Barcelona ha empleado otro tipo de estándares, en concreto SPECTRUM y LIDO.

Para la gestión de la documentación astronómica, el principal sistema informático empleado es *Absys Net* (figura 14) en el 36% de los casos (9 instituciones de 25), seguido de *Millenium* con un 20%. El resto de instituciones emplean diversos software como *Digibib*, *Archidoc* o *Unicorn*, entre otros, e incluso existen cartotecas que han diseñado su propia base de datos como es el caso del Instituto Geológico y Minero de España, que ha creado la aplicación CARTO (IGME, 2014).

4.3. Bloque temático III: estado de la digitalización de la documentación astronómica y existencia de repositorio digital

Este último bloque temático está formado por las dos últimas preguntas del formulario (Alonso-Lifante, 2014), las correspondientes al estado de digitalización de la documentación astronómica y la presencia o no de repositorio digital en las instituciones encuestadas.

Figura 13. (a) Cobertura cronológica de la documentación astronómica. **(b).** Estándares de catalogación empleados

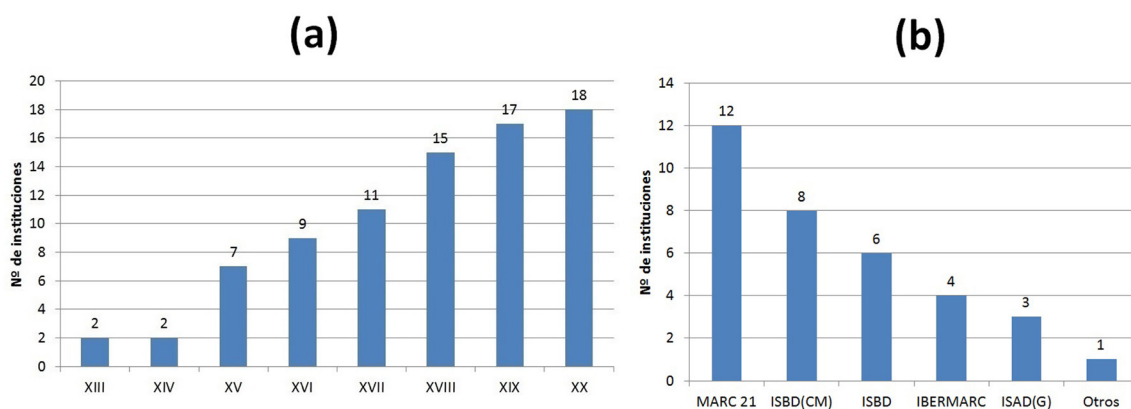
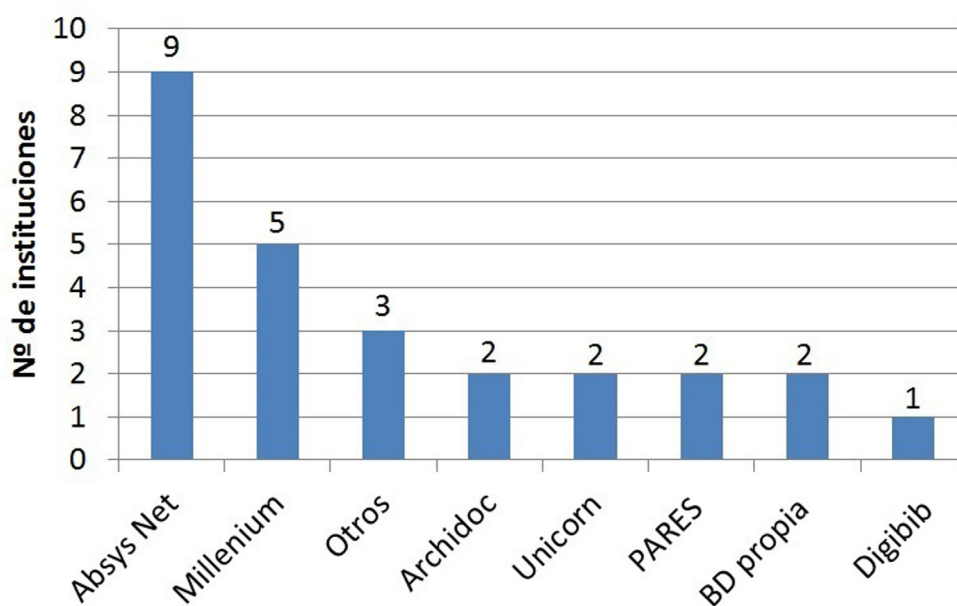


Figura 14. Sistemas de gestión documental empleados



En lo que se refiere al estado de digitalización, tan sólo el 36% de las instituciones tienen parte de su documentación astronómica digitalizada. Sin embargo, el 56% de las instituciones tiene repositorio digital.

5. CONCLUSIONES

La documentación astronómica histórica es un tipo de documentación especializada que merece especial atención, ya que contiene datos científicos

de interés para astrónomos y astrofísicos principalmente, aunque también para otros colectivos como historiadores de la Ciencia. Dentro de la documentación astronómica podemos diferenciar atlas, cartas, planisferios y globos celestes, catálogos, almanaques náuticos, efemérides astronómicas y astrofotografías, esencialmente. Buena parte de esta documentación no sólo se encuentra en instituciones especializadas tales como observatorios astronómicos, sino que también podemos localizarla en otras instituciones como cartotecas.

Concretamente, el estudio realizado muestra que el 43% de las cartotecas encuestadas conserva documentación astronómica, siendo el atlas celeste el recurso astronómico más común. Dado que por lo general las cartotecas no suelen tener colecciones específicas de astronomía, toda esta documentación se encuentra repartida en diferentes colecciones, no sólo en las puramente cartográficas. Además, el 72% de las instituciones tiene catalogada toda su documentación astronómica, comprendida entre los siglos XIII y XX, aunque con mayor volumen de documentos de los siglos XVIII, XIX y XX.

Este estudio pone de manifiesto que las cartotecas siguen empleando las normas clásicas de codificación (MARC 21) y catalogación (ISBD, ISAD(G), etc.) que, como ya mostramos en nuestros artículos anteriores (Alonso-Lifante y Chaín-Navarro, 2013; Alonso-Lifante y otros, 2014 y 2015), no permiten una descripción adecuada de estos recursos tan especializados para sus potenciales usuarios.

Los resultados del estudio también muestran que no existe unanimidad en la elección del sistema de gestión documental para el fondo, ya que el más empleado es *Absys Net* en el 36% de los casos, seguido de *Millenium* con un 20% e incluso existen cartotecas que, ante la falta de un software que satisficiera sus necesidades, han desarrollado uno propio. Finalmente, sólo el 36% de las instituciones han digitalizado parte de su documentación astronómica, a pesar de que un 56% de ellas cuenta con un repositorio digital.

Por tanto, podemos afirmar que la documentación astronómica tiene una presencia notable en instituciones como cartotecas, de modo que me-

rece la pena catalogarla de la mejor forma posible para hacerla accesible a los usuarios, principalmente astrónomos y astrofísicos, y así facilitar que se produzca una buena recuperación de información científica.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación de la Fundación Séneca (Agencia Regional de Murcia de Ciencia y Tecnología) y es uno de los resultados de proyecto ARGOS II, con referencia 11936/PHCS/09. Aprovechamos este espacio agradecer a todas las instituciones pertenecientes al directorio de Ibercarto que tan amablemente han colaborado cumplimentando la encuesta que les enviamos para la realización de este estudio. También queremos dar las gracias al Dr. Francisco Javier Molero Madrid (Doctor en Astrodinámica por la Universidad de Murcia) por sus ideas, comentarios y consejos así como por el tiempo empleado en la lectura de versiones preliminares de este artículo.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work has been carried out thanks to funding from the Fundación Séneca (Science and Technology Regional Agency of Murcia, Spain) and is one of the results of ARGOS II project, reference number 11936/PHCS/09. We want to express our gratitude towards those institutions that belong to the Ibercarto directory for their kind response to our survey. We also want to thank to Dr. Francisco Javier Molero Madrid (PhD in Astrodynamics and Celestial Mechanics, University of Murcia, Spain) for his ideas, comments and advice as well as time spent reading preliminary versions of this article.

7. REFERENCIAS

- Alonso-Lifante, M. P. (2014). Cuestionario sobre el patrimonio astronómico histórico existente en las cartotecas españolas. [Consulta: 7/06/2014]. Disponible en: https://docs.google.com/forms/d/1jr1_c6YzetFiF1mqy2yzfRKAE4xvobADQtBS8rpfVIs/viewform
- Alonso-Lifante, M. P.; Chaín-Navarro, C. (2013). Google Sky y los estándares de catalogación: un ejemplo de divergencia entre la información astronómica existente y la que se puede describir. *Revista Española de Documentación Científica*, vol. 36 (4), 1-18. Disponible en: <http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/817/1052> (en castellano) <http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/817/1053> (in English). <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2013.4.1000>
- Alonso-Lifante, M. P.; Chaín-Navarro, C.; González-González, F. (2014). Historical celestial cartography: a proposal to improve the documental description of the contents of star charts and atlases. *The Cartographic Journal*. <http://dx.doi.org/10.1179/1743277414Y.0000000093> (Advance articles)
- Alonso-Lifante, M. P.; Chaín-Navarro, C.; González-González, F. (2015). A new proposal to improve the description of astronomical resources: the case of historical star catalogues. *Journal of Documentation*, vol. 71 (2), 317-337. <http://dx.doi.org/10.1108/JD-10-2013-0129>
- Armada Española (2014). *Efemérides*. Real Observatorio de la Armada. [Consulta: 10/06/2014]. Disponible en: http://www.armada.mde.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/ciencia_observatorio/prefLang_es/03_Efemerides
- Blaeu, W. J. (1602). Celestial table globe. [Consulta: 30/07/2015]. Disponible en: <http://collections.rmg.co.uk/collections/objects/19838.html>
- Casado, J. C.; Serra-Ricart, M. (2009). *Astrofotografía. Unidad didáctica*. Instituto Astrofísico de Canarias, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, Ministerio de Ciencia e Innovación, pp. 6-14. [Consulta: 12/06/2014]. Disponible en: <http://www.iac.es/adjuntos/www/unidadastrofoto.pdf>

- Cottam, A. (1889). *Charts of the constellations from the North Pole to between 35 and 40 degrees of south declination*. London: Edward Stanford. Ursa, Minor & Draco, Nº 1.
- Chabás, J.; Goldstein, B. R. (2008). *Las Tablas Alfonsíes de Toledo*. Toledo: Diputación Provincial de Toledo.
- Doppelmayr, J. G. (1742). *Atlas novus coelestis. Norimbergae*.
- ESO (2014). *Very Large Telescope (VLT)*. [Consulta: 7/07/2014]. Disponible en: <http://www.eso.org/public/chile/teles-instr/paranal/>
- Evans, M. S. (2010). Achieving continuity: a story of stellar magnitude. *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 41 (1), 86-94. <http://dx.doi.org/10.1016/j.shpsa.2009.12.007>
- Fernández Fernández, L. (2005). Las tablas astronómicas de Alfonso X El Sabio. Los ejemplares del Museo Naval de Madrid. *Anales de Historia del Arte*, vol. 15, 29-50. [Consulta: 22/09/2014]. Disponible en: <http://revistas.ucm.es/index.php/ANHA/artic/view/ANHA0505110029A/31137>
- Fernández Pérez, I. (2010). *Aproximación histórica al desarrollo de la astronomía en España*. Número 48 de Publicaciones del Departamento de Matemática Aplicada. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.
- Gill, D. (1898). *A catalogue of 3007 stars, for the equinox 1890.0, from observations made at the Royal Observatory, Cape of Good Hope during the years 1885 to 1895*. London: Darling & Son, p. 2.
- Gillman Bover, G. (1900). *Fotografías del eclipse total de Sol del 28 de mayo de 1900, realizadas por la Comisión Oficial del Observatorio de Madrid en Plasencia*. [Consulta: 2/07/2014]. Disponible en: http://archivoweb.carm.es/archivoGeneral/arg.muestra_detalle?idses=,723690271&pref_id=3041500
- Giorgini, J. D.; Benner, L. A.M.; Ostro, S. J.; Nolan, M. C.; Busch, M. W. (2008). Predicting the Earth encounters of (99942) Apophis. *Icarus*, vol. 193 (1), January, 2. <http://dx.doi.org/10.1016/j.icarus.2007.09.012>
- Harrison, F. A.; Craig, W. W.; Christensen, F. E.; Hailey, C. J.; Zhang, W. W.; Boggs, S. E. et al. (2013). The Nuclear Spectroscopic Telescope Array (NuSTAR) High-Energy X-Ray Mission. *The Astrophysical Journal*, vol. 770 (2), June 20, 1-19. <http://dx.doi.org/10.1088/0004-637X/770/2/103>
- Hevelius, J. (1690). *Firmamentum Sobiescianum sive Uranographia*. [Consulta: 21/07/2014]. Disponible en: <http://www.atlascoelestis.com/hev%2043.htm> (carta celeste pictórica de Orión); <http://www.atlascoelestis.com/hev%2058.htm> (planisferio boreal); <http://www.atlascoelestis.com/hev%2059.htm> (planisferio austral).
- IGME (2014). Catálogo de la Cartoteca del IGME (CARTO). [Consulta: 13/06/2014]. Disponible en: <http://www2.ign.es/cgi-bin/abwebp.exe/X5104/ID17577/G0>
- Jaschek, C. (1989). *Data in Astronomy*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 52.
- Kanas, N. (2009). *Star maps: history, artistry and cartography*. 2ª ed. Alemania: Praxis, 416 p.
- Lachière-Rey, M.; Luminet, J. P. (2001). *Celestial treasury. From the music of the spheres to the conquest of space*. United Kingdom: Cambridge University Press, p. 96.
- Líter Mayayo, C.; Sanchís Ballester, F. (2011). Globo celeste. En: *300 años haciendo historia*, exposición realizada del 13 de diciembre de 2011 al 15 de abril de 2012. Biblioteca Nacional de España y Acción Cultural Española. [Consulta: 7/07/2014]. Disponible en: http://www.bne.es/es/Micrositios/Exposiciones/BNE300/documentos/300anos_72-73.pdf
- Líter-Mayayo, C. (2012). *Directorio de cartotecas y de colecciones cartográficas en instituciones españolas*. IBERCARTO: Grupo de Trabajo de Cartotecas Públicas Hispano-Lusas; Biblioteca Nacional de España, 176 p. [Consulta: 22/07/2014]. Disponible en: http://www.sge.org/fileadmin/contenidos/archivos/ibercarto/Directorio_esp%C3%B1olas.pdf
- López Moratalla, T. (2011). *El Almanaque Náutico: una publicación científica para el navegante ilustrado*. 62 edición de los Cursos de Verano de Cádiz. Cádiz y las expediciones científicas del siglo XVIII. UCA, p. 21, 41. [Consulta: 3/07/2014]. Disponible en: http://actividades.uca.es/compromisoambiental/2011/B10/4-1_almanaquenautico.pdf
- López Moratalla, T.; Lara Coira, M. (2002). Dos siglos de cálculo del almanaque náutico (1792-2002). Primera época. *Actas del VIII Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, La Rioja: Universidad de la Rioja, p. 1. [Consulta: 14/06/2014]. Disponible en: documat.unirioja.es/descarga/articulo/1090080.pdf
- López, C. (2013). Astrometric catalogs: concept, history, and necessity. En: Altena, W. F. Van. (editor). *Astrometry for Astrophysics. Methods, models and applications*. New York: Cambridge University Press, pp. 297-308.
- Mercator, G. (1551). *Celestial table globe*. Royal Museums Greenwich [Consulta: 27/05/2014]. Disponible en: <http://collections.rmg.co.uk/collections/objects/19784.html>
- NASA; ESA (2014). *The Hubble Tuning Fork - Classification of Galaxies*. [Consulta: 20/05/2014]. Disponible en: <http://www.spacetelescope.org/images/heic9902o/>
- Observatorio de San Fernando (1923). Carta fotográfica del cielo. Zona -3° N° 22. Posición del centro para 1900. AR = 2h 52m; D: -3°. 3 exposiciones de 30 minutos. 10 de Enero de 1923.
- Plancius, P. (1598). *Celestial table globe*. [Consulta: 30/07/2015]. Disponible en: <http://collections.rmg.co.uk/collections/objects/19844.html>
- Ridpath, I. (1999). *Astronomía. Diccionarios Oxford-Complutense*. Madrid: Editorial Complutense, p. 568.

- ROA (1878). *Almanaque Náutico para el año 1880, calculado de orden de la superioridad en el Instituto y Observatorio de la Marina de la ciudad de San Fernando*. Madrid: Imprenta, Estereotipia y Galvanoplastia de Aribau y C^á.
- Ruíz-Castell, P. (2010). El estado de la Astronomía en España en la II República. *Llull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, vol. 33 (71), 109-122. [Consulta: 21/09/2014]. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3353407>
- Sociedad Geográfica Española (2014). Ibercarto. [Consulta: 20/07/2014]. Disponible en: <http://www.sge.org/cartografia-ibercarto/ibercarto.html>
- Stephenson, B.; Bolt, M.; Friedman, A. F. (2000). *The universe unveiled. Instruments and images through History*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 104.
- Stevenson, E. L. (1921). *Terrestrial and celestial globes: their history and construction including a consideration of their value as aids in the study of geography and astronomy*. London: Oxford University Press. [Consulta: 24/07/2014]. Disponible en: [https://archive.org/details/terrestrialceles01stev](https://archive.org/details/terrestrialceles01stev/volume_1) (volume 1); <https://archive.org/details/terrestrialandc00stevgoog> (volumen 2).
- Whitfield, P. (1995). *The Mapping of the Heavens*. London: British Library, p. 99.