

# ASTRONOMÍA EN EL MARCO DEL OBSERVATORIO VIRTUAL

Joaquín Álvaro\*



Como con la Ciencia Ciudadana, hace falta un poco de paciencia para introducirse en la temática del Observatorio Virtual. No porque el concepto sea deliberadamente ambiguo, como antes, sino porque aquí igualmente hay que adentrarse paso a paso en un territorio que para muchos puede resultar novedoso. Espero que, llegados al final, sea manifiesto el horizonte que se abre a nuestro alcance y la necesidad de tenerlo presente en nuestra mirada de astrónomos.

La imagen de arriba, cortesía del Spanish Virtual Observatory, presenta dos escenarios que no son incompatibles o mutuamente excluyentes sino complementarios, por no decir inseparables. Desde Galileo, el telescopio está indisolublemente ligado a la astronomía, hasta el extremo de no resultar fuera de lugar asociarlo con el nacimiento de la astronomía moderna.

En el simbolismo mental de cualquiera, también en el de los niños, astronomía y telescopio son dos imágenes que se representan juntas y definen por sí mismas la figura del astrónomo. Sin embargo a nadie se le escapa que este instrumento ha evolucionado y perfeccionado de manera significativa desde sus comienzos a las versiones actuales, hasta el extremo de que los equipos que hoy en día sirven para adentrarnos en el conocimiento del universo quedan fuera del alcance de la mayoría, relegando el telescopio asequible a un uso casi romántico para la contemplación del cielo. Esto es cierto sólo en parte pero, generalizando, puede ser un buen punto de partida para lo que sigue.

Aunque el mero disfrute del cielo bajo esa perspectiva ya es en sí mismo gratificante, puede resultar frustrante asumir los límites que impone la capacidad de acceso a los grandes telescopios. Esto es algo que marca también la frontera entre astrónomos aficionados y profesionales o, al menos, lo ha hecho durante mucho tiempo a lo largo del siglo pasado, estando todavía en la base de parte de la dialéctica derivada de esta división. Veremos aquí, de la mano del Observatorio Virtual, que éste no es el panorama actual, así como las inmensas posibilidades que se abren para hacer ciencia a partir del mismo sin necesidad de disponer de una instrumentación sofisticada e inaccesible.

\* Joaquín Álvaro: Astrofísico / Europlanet Society – Spain & Portugal Regional Hub / Miembro de la Sociedad Española de Astronomía (SEA) / Junta Directiva de FAAE / Presidente de AstroCuenca / Miembro de ApEA



### 1. Condicionantes de la instrumentación

Resulta obvia la diferencia entre los telescopios de la imagen superior. A la izquierda, un equipo típico de aficionado. A la derecha, el Gran Telescopio de Canarias, en la isla de La Palma, de 10.4 m de espejo y óptica adaptativa.

No vamos a negar que la instrumentación que poseen algunos amateurs roza en ciertos casos el límite de la perfección, en una mezcla de artesanía y tecnología de la que ya hubieran querido disponer reputados observatorios del S. XIX y de buena parte del S. XX, y que incluso las aportaciones que se hacen con ésta son muy valiosas en determinadas áreas de la Astronomía.

Pero es evidente el tremendo salto cualitativo entre los escenarios que representan ambas imágenes. Diferencias manifiestas en múltiples niveles: costes, complejidad tecnológica, posibilidad de acceso y utilización, etc. y, sobre todo, alcance de los objetivos a que en uno y otro caso puede aspirarse.

Esto no es algo específico de la Astronomía. Ocurre igual en cualquier campo de las ciencias. Basta sólo pensar la distancia entre un ciclotrón primitivo, que casi cabía en una mano, y los modernos colisionadores de partículas, como el LHC del CERN, o los rudimentarios laboratorios de química y los



complejos analizadores de espectroscopía Raman. Sin duda la zona puntera de la ciencia está en las manos de esta instrumentación evolucionada y no puede pensarse en la identificación del Higgs, en la detección de ondas gravitacionales o en adentrarse en las profundidades del universo sin partir de instrumentos extremadamente sensibles, costosos y al alcance sólo de los grandes centros de investigación, como las mismas misiones espaciales, propias de grandes consorcios y agencias estatales.

Parece inevitable, por tanto, asumir las fronteras que la tecnificación y evolución de la instrumentación imponen y resignarse a transitar por territorios alejados de la investigación propiamente dicha.

Éste es el panorama descrito como 'anomalía del S. XX' en el artículo anterior, y parece contradictorio con el optimismo del mismo hablando de Ciencia Ciudadana y de la posibilidad y necesidad de compartir con el mundo académico y de la investigación la generación de ciencia.

Y aquí es donde entra el Observatorio Virtual como el recurso necesario para romper estas fronteras.

Durante las últimas décadas la cantidad de información recogida por los grandes observatorios y los telescopios espaciales ha crecido exponencialmente. La tendencia va claramente en aumento. Lo que inicialmente

podría considerarse un tesoro de gran valor, ha terminado colapsando las capacidades de análisis e investigación disponibles. Esto, unido a la idea bien entendida de la universalidad de la ciencia, ha propiciado el que estos inmensos conjuntos de datos, en estado puro, hayan pasado a formar parte de repositorios abiertos y accesibles a todo el mundo. Esto es a lo que se llama, genéricamente, 'Observatorio Virtual'.

## 2. ¿Entramos?

No vamos a renunciar a nuestros modestos equipos, esos que tantos años nos ha costado configurar, que cuidamos y ponemos de vez en cuando en el campo nocturno, con los que hemos pasado noches memorables junto a compañeros de afición y de los que nos sentimos orgullosos porque, en muchos casos, están ligados al nacimiento de una vocación. Simplemente vamos a abrir una nueva ventana ampliando nuestro horizonte en muchos órdenes de magnitud.

Volviendo a la imagen de cabecera, podemos considerar el observatorio virtual como un nuevo telescopio, que estrenamos sin necesidad de ningún desembolso, y con el que tenemos acceso al universo como nunca antes habíamos imaginado. Es cierto que puede parecer frío y tedioso, datos, datos, datos, pero eso es en definitiva lo que debería derivarse de las observaciones con nuestros equipos si queremos hacer algo más que contemplar estrellas y galaxias por el mero hecho de ver algo que está ahí y que nos hace pensar en otras escalas de espacio y tiempo.

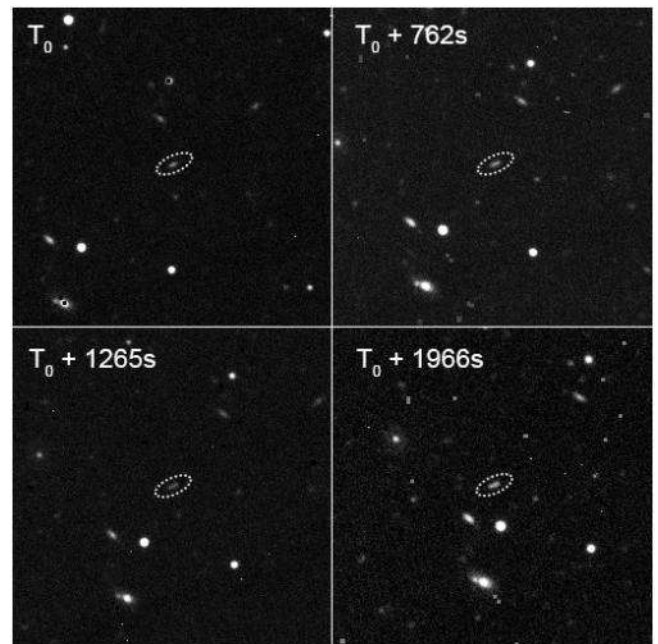
Empecemos por el Gran Telescopio de Canarias, (GTC, o Grantecan). Es el mayor telescopio del mundo operando en el óptico-



infrarrojo. ¿A quién no le gustaría tenerlo en su tejado, de ser esto posible, y al mismo tiempo disponer de un cielo privilegiado como el del Roque de los Muchachos en la isla de La Palma?

Pues resulta que sí es posible. Desde que Grantecan inició sus operaciones científicas en 2009 sus más de 200.000 observaciones han permitido contar con un catálogo de más de seis millones y medio de medidas de gran precisión sobre la posición y brillo de más de 600.000 fuentes astronómicas. Y este catálogo, que sin duda es de gran valor como fuente de nuevos descubrimientos científicos, es de acceso libre y está disponible para todos.

¿Qué hacer en esas noches en que la



Observaciones del asteroide (355891) 2008 WE46 realizadas con OSIRIS. Créditos: Gran Telescopio CANARIAS/IAC.

meteorología no permite salir con nuestro telescopio de siempre?, ¡¡si hasta podemos ver el cielo en horario escolar y sin salir del aula!!

Enlaces:

[Acceso al Catálogo de OSIRIS](#)

[Archivo de datos científicos del GTC en el Centro de Astrobiología](#)

Contactos:

Enrique Solano Márquez, Investigador Principal del Observatorio Virtual Español en el Centro de Astrobiología: [esm@cab.inta-csic.es](mailto:esm@cab.inta-csic.es)

Romano Corradi, Director del GTC [romano.corradi@gtc.iac.es](mailto:romano.corradi@gtc.iac.es)



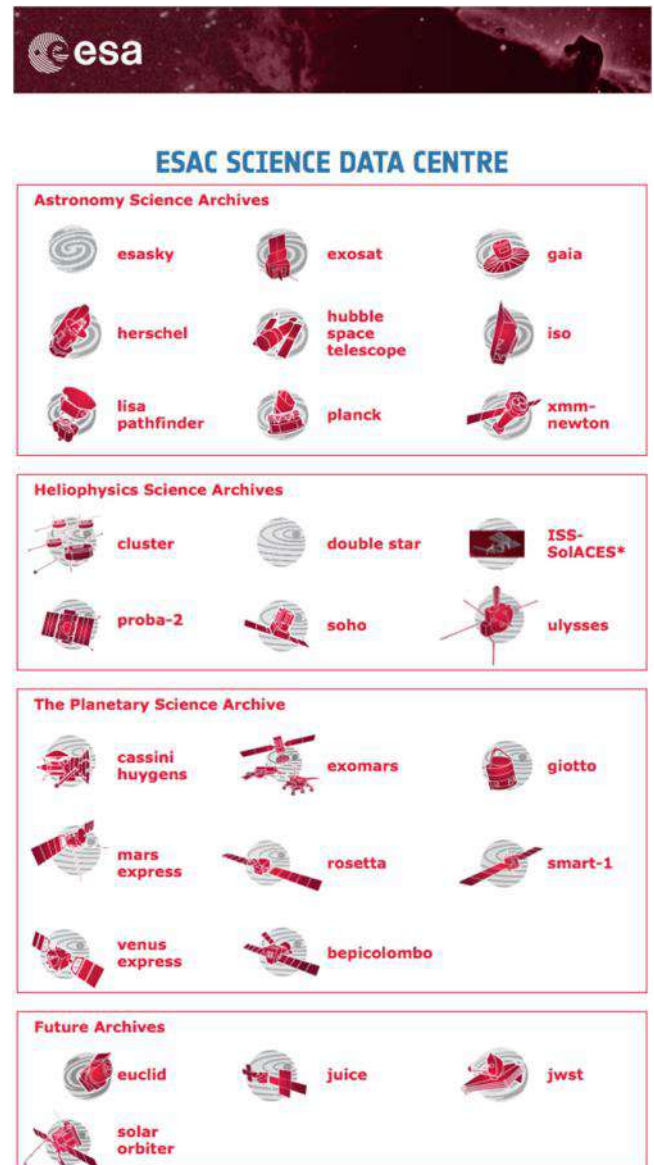
Ésta no es una excepción. Todos los grandes observatorios, y también los telescopios espaciales, tienen sus propios catálogos y repositorios de datos disponibles en portales de recursos abiertos. En general, los datos quedan accesibles después de un corto periodo de privacidad después de haber sido obtenidos.

La Agencia Espacial Europea (ESA) también tiene su Centro de Datos Científicos (ESDC), ubicado en el Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC) en Madrid. Con él proporciona servicios y herramientas para acceder y recuperar observaciones y datos de las misiones espaciales de la agencia, (astronomía, ciencias planetarias y heliofísica). El ESDC desarrolla y mantiene la mayoría de los archivos de misiones de ciencia espacial de la ESA en coordinación con los centros de operaciones científicas, los equipos responsables de los instrumentos y los consorcios que sustentan cada una de las mismas.

Su portal:

<https://www.cosmos.esa.int/web/esdc/home>

permite un acceso fácil a cualquiera de ellas:



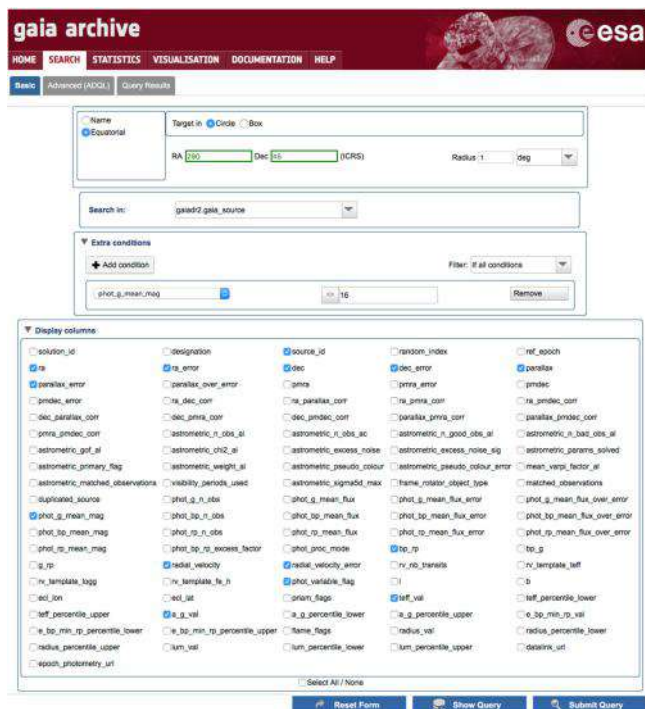
Por ejemplo, con su segunda release (DR2) de datos proporcionados por GAIA se tiene acceso a información astrométrica, (coordenadas, paralajes y movimientos propios), de 1.700 millones de fuentes hasta la magnitud 21 siendo, como ya es sabido, el catálogo más completo de estrellas disponible a día de hoy.

Con una documentación precisa y minuciosa sobre los contenidos, significado, calidad de los datos, procesos de reducción y calibración, etc., la accesibilidad a los mismos es inmediata y sobre ellos puede trabajarse de igual manera que lo hacen los investigadores que de alguna manera venimos considerando profesionales. El método, el habitual: selección de objetivos, (problema), búsqueda de los datos necesarios..., y a trabajar.

Nunca ha sido tan fácil, puesto que el punto 2, (la recogida de datos, impensable tanto en cantidad como en calidad), es algo que nos es dado con la mejor de las tecnologías posibles hoy día.

¿Queréis hacer un ejercicio? Por ejemplo, representar un mapa de estrellas, con magnitud aparente  $\leq 16$ , en coordenadas cartesianas a partir de un círculo de  $1^\circ$  centrado en ascensión recta =  $290^\circ$  y declinación  $45^\circ$ .

Si lo intentáis, a partir de la paralaje también se puede probar un mapa 3D. Pero



icuidado!, en la selección propuesta hay más de 8.600 estrellas.

### 3.- Ampliando horizontes

Aunque sólo hemos visto dos ejemplos hasta aquí, estoy seguro que han sido suficientes para despertar la imaginación y abrir expectativas en múltiples horizontes.

La Agencia Espacial Europea, a diferencia de otras agencias, (como la NASA), sólo se encarga de iniciar y operar las respectivas misiones, pero no de la ciencia que a partir de ellas deba desarrollarse. Esto es algo que queda

del lado de las diferentes comunidades científicas y, dado que éstas se han encontrado tradicionalmente bajo los regímenes propios de sus respectivos países, tanto en lo relativo a normativas como también en financiación, el resultado ha sido encontrarse con colectivos muy fragmentados e inconexos. Es el caso de la comunidad de ciencias planetarias. Con el objetivo de superar este reto surgió en 2004 EuroPlanet. Uno de sus mayores logros ha sido precisamente la creación de un Laboratorio-Observatorio-Virtual, bajo una infraestructura de Investigación Distribuida (RI) en el marco del Horizonte 2020.

Este Observatorio Virtual, 'VESPA', contempla más de 50 conjuntos de datos planetarios accesibles y sus recursos han sido utilizados por más de 15.000 usuarios de todo el mundo hasta la fecha.

<http://vespa.obspm.fr/planetary/data/>

<http://pvol2.ehu.es/pvol2/>

En 2018 EuroPlanet evoluciona a EuroPlanet Society en un intento de abrir y ampliar ámbitos a otros colectivos como el de la industria y el de la astronomía amateur.



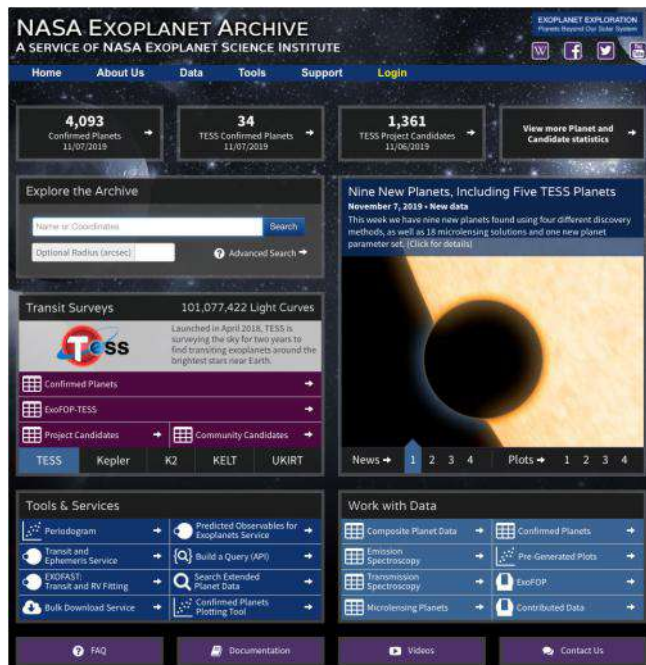
EPN Resources			
AMDA - Planetary and heliophysics plasma data at COPPI/AMDA	1391964 results		
APIS - Auroral Planetary Imaging and Spectroscopy	61028 results		
BASECOM - The Ninoyay Cometary Database	19511 results		
base2000 - Base2000 solar survey archive	310114 results		
BDIP - Base de Données d'Images Planétaires	16900 results		
casini_jupiter - Casini RPWS/HFR Calibrated Jupiter Flyby Dataset	7 results		
CLIMSO - CLIMSO coronagraphs at pic du midi de Bigorre	80331 results		
cpataam - CLUSTER STAFF-SA Spectral Matrix Data	11088 results		
DynAstVO - Asteroid orbital database and ephemerides	21201 results		
ExoPlanet - Extrasolar Planets Encyclopaedia	4093 results		
expres - EXPRES Simulation Database	77528 results		
HFCIAR - Heliophysics Feature Catalog active regions	113290 results		
HFDT3 - Heliophysics Feature Catalog type 3 radio bursts	30845 results		
hiaki - Hiaki Planetary Database	4154 results		
hrsc3rd - HRSC nadir images of Mars	4093 results		
hst_planetnet - Planetary data from the Hubble Space Telescope	46667 results		
ilataHF - ilata HF data	3781 results		
IKS - IR spectroscopy of comet Halley	296 results		
ILLU87P - Illumination maps of B7P	180000 results		
IMPEx EPN20 - IMPEx Simulation Data	1277 results		
IPRT - IPRT/AMATERAS data	1410 results		
JASMIN - Jovian thermosphere model	6 results		
jolar_jupiter - Jupiter obs. by LOFAR IRS	6 results		
MAAST - MAAST - Modeling for Asteroids	6902 results		



PVOL es otra de estas bases de datos, sobre planetas del Sistema Solar y basada en observaciones desde telescopios en tierra, especialmente pensada para la colaboración con astrónomos amateur. Y es que compartir datos, además, abre la puerta a colaborar, siendo ésta una de las mayores virtudes del observatorio virtual.

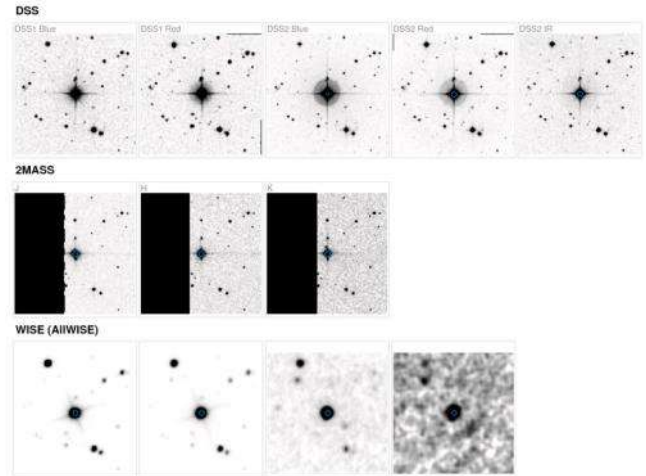
Y ya que estamos con planetas, veamos otro de esos portales de recursos virtuales. El NASA Exoplanet Archive:

<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu>



Es la puerta de entrada a unos cuantos conjuntos de datos sobre exoplanetas, tanto confirmados como de posibles candidatos, siendo el mejor medio para adentrarse en este área especialmente activa en los últimos años. Uno de ellos es el Composite Planet Data, conjunto que engloba datos sobre todos los planetas extrasolares confirmados, (a día de hoy, 7 de noviembre de 2019, son ya 4.093). Esta base de datos integra los datos observacionales de los exoplanetas con información valiosa de las estrellas que los albergan, debidamente calibrada y procedente de fuentes diversas y contrastadas. Al igual que

Finder Chart: HD 209458; 330.7948914 +18.8843193 EQ J2000; 300x300arcsec  
Wed Dec 17 18:28:23 PST 2014



IRSA - IPAC - CALTECH - JPL - NASA

Imagen del campo estelar de la estrella que alberga el exoplaneta HD 209458 b

en el caso de otros observatorios virtuales, ofrece documentación precisa sobre los datos, de manera que es fácil abrirse camino en ese mundo de datos brutos y trabajar a partir de los mismos.

Si lo que se quiere hacer es 'observar' y uno tiene la instrumentación adecuada, también hay información acerca de efemérides y tránsitos.

Es fácil ensayar en el aula diversos ejercicios sencillos a partir de datos reales, con independencia de que puedan servir para plantearse objetivos más ambiciosos e iniciar con ellos proyectos que puedan generar ciencia. A modo de ejemplos:

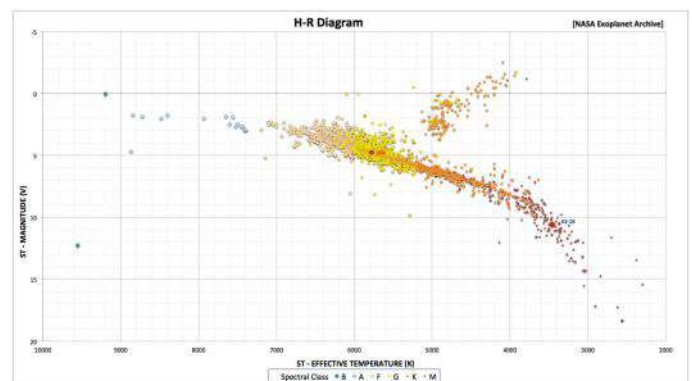


fig. 1: Diagrama H-R de las estrellas con sistemas planetarios confirmados – J. Álvaro

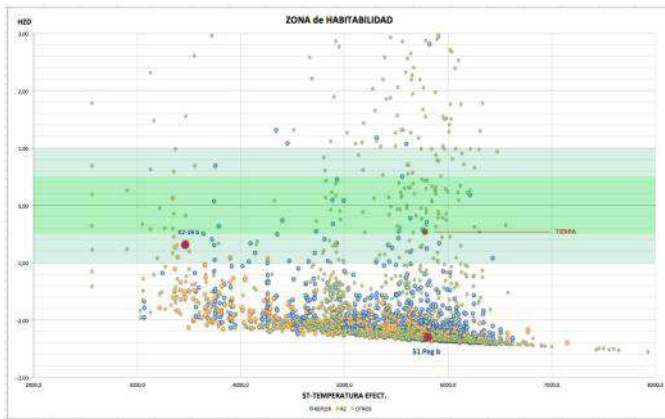


fig. 2: Exoplanetas confirmados y zona de habitabilidad – J. Álvaro

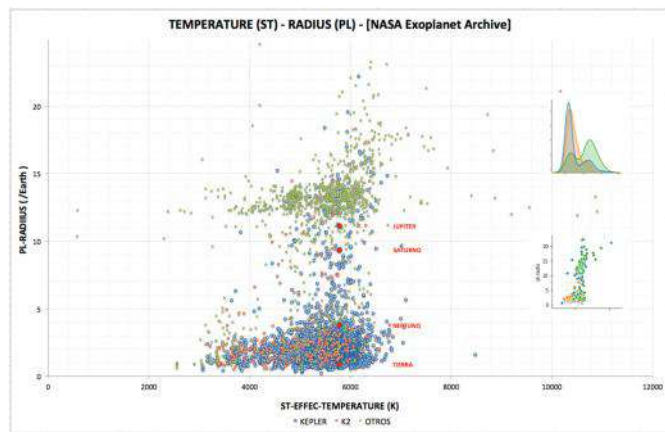


fig. 3 - Distribución de radios de exoplanetas en función de la temperatura superficial de la estrella host y separados por fuente, (Kepler, K2, otros) – J. Álvaro

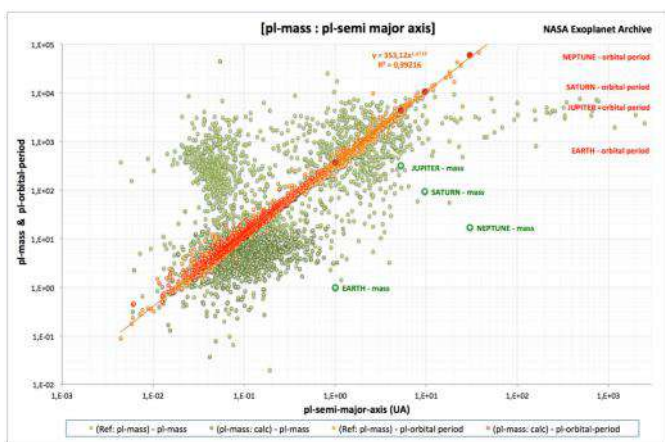


fig. 4 - Relaciones masa y periodo orbital con el semieje mayor orbital – J. Álvaro

De cada uno de estos ejemplos pueden extraerse conclusiones interesantes y nuevos objetivos observacionales.

### 4.- Astrofotografía

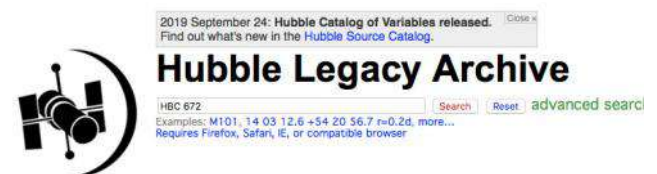
¿A quién no le gustaría hacer una fotografía como ésta?



Serpens Nebula HBC 672 – Hubble Space Telescope

Como todos los astrofotógrafos saben, conseguir una fotografía así requiere muchas noches de pacientes capturas en condiciones difíciles, precarias y de frío la mayor parte de las veces, y un buen montón de horas de apilados, procesado y ensayos. Y, además, un costoso equipo con limitaciones intrínsecas insuperables.

Pues..., ¿qué tal resolver una parte del problema y empezar desde imágenes en bruto tomadas con el Hubble? Ya sé que no es lo mismo que hacerse uno todo, pero parte de ese trabajo, quizás el más creativo, el procesado, puede intentarse a partir de aquí como un buen entrenamiento, gratificante en sí mismo, para aplicarlo después a imágenes propias. También esta práctica está muy extendida y es un buen exponente de lo que venimos considerando 'observatorio virtual'.



Inventory Images Footprints Cart, 0 kB Grim Spectra (ST-ECF) Help Center  
 HBC 672 RA = 277.487012 Dec = 1.246205 r = 0.200000 [18:29:56.883 +01:14:46.34]

<https://hla.stsci.edu/hlview.html>

5. El Observatorio Virtual Español SVO

En España contamos con el Spanish Virtual Observatory, (SVO), integrado en el Centro de Astrobiología (CAB-INTA-CSIC).



<http://svo.cab.inta-csic.es>

Una de las dificultades con que uno se encuentra habitualmente para hacer uso del observatorio virtual es precisamente la existencia de múltiples repositorios de datos diferentes y dispersos en variadas fuentes. ¿Dónde buscar? Además el acceso a esta información, en estado puro, puede resultar desconcertante si no se cuenta con herramientas software y facilidades ad hoc que ayuden a interpretarla y manejarla. De no existir, uno mismo tiene que empezar por diseñarlas y construir las. Por eso es de agradecer la existencia de centros integradores y facilitadores de recursos que ayuden en esta tarea. El SVO es un buen ejemplo de esto último y un recomendable punto de partida.

Integrar información no es simplemente agregar datos de diferentes fuentes. Para lograr una información integrada, que realmente aporte funcionalidades operativas de valor, es preciso que previamente cada una de las partes a integrar se ajuste a ciertos estándares y las haga mutuamente interactuantes. A partir de ahí ya es posible la utilización de herramientas software específicas con las que facilitar el acceso y aprovechamiento de los datos.

Entre las herramientas disponibles podemos hablar de Aladin, TOPCAT o VOSA, por

ejemplo. Con éstas se tiene acceso a toda la potencia del ‘observatorio virtual’.



fig. 5 – cortesía del SVO (Enrique Solano)

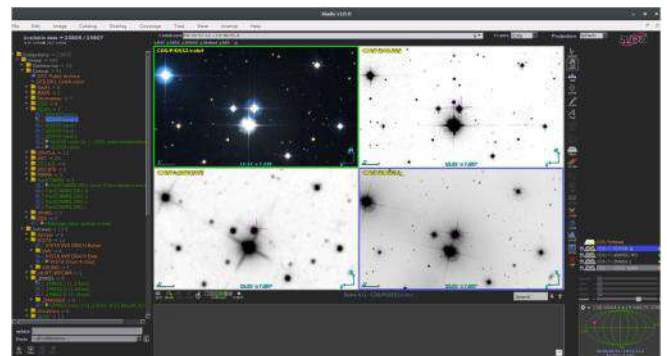


fig. 6 – Aladin - cortesía del SVO (Enrique Solano)

Basta teclear en el campo de búsqueda un objeto o región del cielo de interés para que automáticamente se desplieguen, (banda lateral izquierda de la imagen), las diferentes fuentes o catálogos que tienen información sobre el mismo. No hace falta estimular la imaginación para darse cuenta de lo que esto representa a nivel de horas, días o semanas de trabajo –poco productivo– ahorradas frente al que debería emplearse si hubiera que hacer esta búsqueda al margen de la existencia de estos integradores.

Cuando queremos, o necesitamos, trabajar sobre un determinado objeto, ya sea una estrella, una galaxia, un cúmulo estelar, etc., es deseable tener accesible toda la información disponible del mismo. Por ejemplo, en todas las bandas del espectro posibles, (visible, infrarrojo,



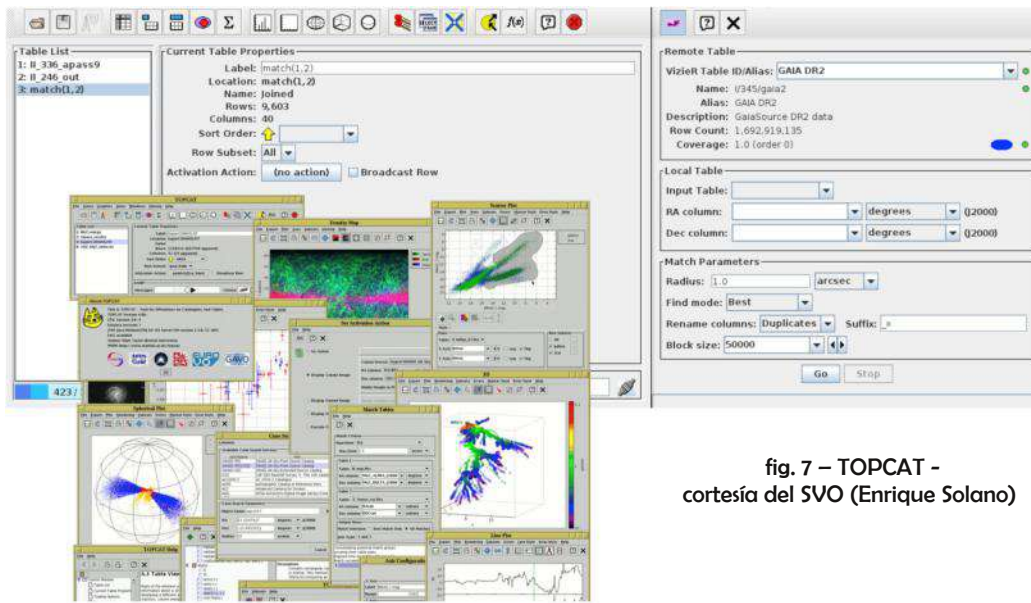


fig. 7 – TOPCAT - cortesía del SVO (Enrique Solano)

depuración de los existentes. Estas potencialidades hacen del observatorio virtual un recurso imprescindible y valiosísimo hoy día para cualquier investigador, profesional o no profesional.

También para el astrónomo amateur. Algunos campos de la astronomía quedan habitualmente en la zona marginal de los

rayos X, radio, etc.), de manera que nuestro conocimiento observacional del objeto en cuestión sea lo más completo posible. Esto, además de deseable, es algo que está al alcance de todos a partir del VO.

El observatorio virtual puede definirse por el acrónimo FAIR (Findable Accessible Interoperable Reusable). Los cuatro conceptos deben formar parte de la estructura VO. Básicamente los hemos visto en lo expuesto hasta aquí y, quizás, sólo falte insistir en el último de ellos: reutilizable. El VO debe estar

grandes observatorios, véase por ejemplo el seguimiento de asteroides y cuerpos menores del sistema solar, territorios en los que la instrumentación asequible para los aficionados todavía es útil. El SVO admite la incorporación de información generada por estos equipos y cualquier amateur que, por su trabajo y dedicación, pueda aportar datos, (por ejemplo, fotografías de campos estelares con asteroides conocidos o candidatos), son contrastadas y asumidas por el SVO fácilmente, quedando disponibles para toda la comunidad científica.

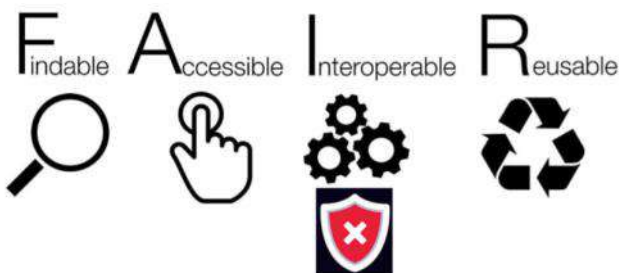


fig. 8 – cortesía del SVO (Enrique Solano)

vivo, en evolución de actualización constante, en dinámica retroalimentación, de manera que sus contenidos sean susceptibles de incorporar datos de nuevas fuentes, así como la mejora y

Por otra parte, resulta evidente la conexión entre el Observatorio Virtual y la Ciencia Ciudadana, tratada en el artículo anterior. El VO no sólo es útil para el investigador, en singular. Haciendo uso del VO es posible desarrollar proyectos donde participen colectivos diversos (incluidos escolares) que, con objetivos asequibles y bien dirigidos, además de adentrarse en el método pueden ser valiosos en sí mismos como generadores de conocimiento. Os animo a explorar estos nuevos escenarios, tanto por sus inmensas posibilidades como por lo gratificantes que pueden resultar.