

Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica

Opinión Reportajes Noticias Entrevistas

Observatorios Virtuales Astrofísicos

Liliana Hernández Cervantes, Alfredo Santillán González y Alejandro R. González-Ponce
Revista Digital Universitaria UNAM

Introducción

Al igual que en otras ciencias y en la mayoría de las actividades que están vinculadas al desarrollo moderno de nuestra sociedad (por ejemplo, comercio, entretenimiento, industria, seguridad, etcétera) la astronomía está siendo abarrotada de información por un crecimiento exponencial en el volumen y complejidad de datos observacionales y teóricos que se van generando en todo el mundo (Szalay & Gray 2000). Se estima que la cantidad de información acumulada se duplica cada 18 meses y por lo tanto el crecimiento en volumen cumple perfectamente con la ley de Moore (1965). Esto no es una casualidad, ya que mientras el avance del área de los espejos primarios de los telescopios a lo largo de los años se ha duplicado aproximadamente cada 25 años, el número de píxeles de un detector CCD (*Charged Coupled Device*) se duplica cada 2 años (ver figura 1). Esto quiere decir que aun cuando el tamaño de los telescopios permanezca fijo durante cierto tiempo, el tener detectores CCDs más grandes y más sensibles implica generar archivos cada vez de mayor tamaño. Esto trae como consecuencia un serio desafío a la comunidad científica internacional, ya que la cantidad de información astronómica a la que se enfrenta los grupos de investigación es realmente muy grande. Por ejemplo, hace apenas 7 años ya se calculaban el contenido de bases de datos astronómicas en varios cientos de TB (1 *Terabyte* = mil *Gigabytes* = un millón de *Megabytes*) (Brunner *et al.* 2002) y a principios de 2005 la tasa de recolección de datos se estimaba aproximadamente a un *Terabyte* (TB) por día. Entonces, dado que tanto el volumen de datos, así como sus tasas de recolección están creciendo exponencialmente, podríamos pensar que en pocos años nos estaremos enfrentando a bases de datos de varios PB.

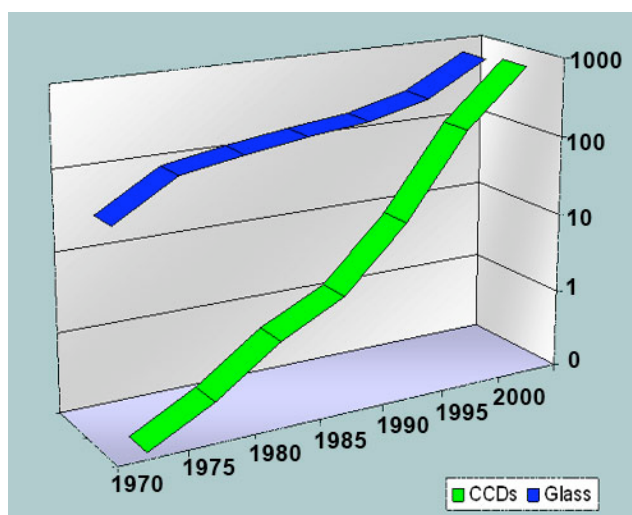


Figura 1. La gráfica muestra el crecimiento de los espejos primarios de los telescopios y de las dimensiones de los detectores CCD respecto al tiempo. Claramente se puede ver que el aumento de la resolución de los CCDs cumple con la ley de Moore, es decir, presenta un crecimiento exponencial.

Telescopios: generadores de grandes bases de datos

Hasta la fecha existen telescopios terrestres y espaciales produciendo decenas de TB de datos astronómicos, como por ejemplo, el *Hubble Space Telescope* (HST), *Chandra X-Ray Observatory*, *Sloan Digital Sky Survey* (SDSS), *Two Micron All Sky Survey* (2MASS) y *Faint Images of Radio Sky at Twenty Centimeters* (FIRST), por mencionar algunos. Todos estos instrumentos, junto con los nuevos telescopios en construcción como el *Large Synoptic Survey Telescope* (LSST, <http://www.lsst.org/lstt>), seguirán produciendo una enorme cantidad de información que estará almacenada en diferentes bases de datos del orden de *Petabytes* (PB). La cantidad de información astronómica a la que nos estamos enfrentando es realmente descomunal. Por ejemplo, en mayo de 2009, sólo el proyecto SDSS tenía ~60 TB de información de millones de objetos astronómicos (asteroides, estrellas, cúmulos de estrellas, nebulosas, supernovas, galaxias, cúmulos de galaxias, etcétera.) observados en diferentes longitudes de onda. En tanto que en el futuro el proyecto LSST producirá del orden de varios cientos de MB por segundo, es decir, más de 8 TB por día, cantidad de información que será difícil de dirigir sin herramientas computacionales de vanguardia.

Por otro lado, el desarrollo futuro de la astrofísica mexicana y de las ciencias computacionales en general dependerá de las posibilidades de crear nuevos proyectos de gran envergadura, que permitan construir una infraestructura sólida y que estimulen el crecimiento de las plantas científicas y técnicas. Recordemos que de forma conjunta, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), cuentan con un par de Observatorios en Baja California y Sonora, y están construyendo el Gran Telescopio Milimétrico (GTM) y el observatorio de rayos gamma HAWC en Puebla. De igual manera ambas instituciones son miembros del Gran Telescopio de Canarias (GTC), de los radiointerferómetros *Expanded Very Large Array* (EVLA) y *Atacama Large Millimeter Array* (ALMA) y parte del grupo promotor del satélite *World Space Observatory*.

¿Qué es un Observatorio Virtual Astrofísico?

En la sección anterior se dio una descripción general de la cantidad de información que se está generando, particularmente, en astronomía, pero que también se produce en otras áreas de la ciencia (biología, ciencias genómicas, física de altas energías, química, etcétera). Queda claro que una vez que se tengan almacenados estos volúmenes de datos, será imposible acceder, manipular y analizar de manera eficiente toda la información contenida allí a menos que contemos con la infraestructura y planeación adecuada. El origen del concepto de *Observatorio Virtual* (OV) surge de una propuesta científica-tecnológica que tiene la intención de dar respuesta al enorme problema de operar adecuadamente la información masiva producida por diferentes medios que se utilizan para estudiar el Universo; telescopios y modelos numéricos. Un OV ofrece un *ambiente federativo internacional virtual de investigación*, basado en nuevas tecnologías de la información e Internet, completamente abierto a científicos y estudiantes que desean trabajar con conjuntos de datos astronómicos reales. Esta herramienta computacional reúne archivos de

datos y servicios, así como complejas técnicas de exploración (minería de datos) y análisis de datos. Un OV es un excelente pretexto para realizar proyectos multidisciplinarios donde colaboren astrofísicos y especialistas en ciencias e ingeniería de la computación (Djorgovski & Williams, 2005). Y por si fuera poco, dicho concepto puede extenderse y aplicarse fácilmente a otras áreas de la ciencia y de la sociedad en general que generan y almacenan datos de manera frecuente, como es el caso del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

La definición de OV fue propuesta en la década de los años 90 a través de un sinnúmero de discusiones y talleres realizados durante el Simposio 179 de la Unión Astronómica Internacional y en la Reunión 192 de la *American Astronomical Society* (Djorgovski, & Beichman, 1998) En dichas discusiones se acordó que el acceso electrónico, vía Internet, a las bases de datos astronómicos de todo el mundo, es vital para investigar los detalles de nuestro Universo. Una base de datos por si sola es importante, no obstante, si deseamos realizar investigaciones que requieran un estudio multi-espectral, o pancromático, debemos tener acceso a varias bases de datos.

Así pues, los observatorios virtuales tienen como una de sus tareas fundamentales dar acceso a los astrónomos mexicanos y de todo el mundo a la información almacenada en dichas bases de datos, independientemente del lugar geográfico donde se generen o almacenen los datos. Por ejemplo, si queremos entender los detalles de la expansión de Universo y la formación de la galaxias, necesitamos hacer estudios estadísticos de tipos específicos de galaxias, así como de sus distancias y del medio ambiente donde se localizan. Esto requiere de imágenes en diferentes longitudes de onda, de miles o millones de galaxias, así como el conocimiento de sus distancias. Esta tarea resultaría casi imposible de lograr con una sola base de datos.

Arquitectura de los Observatorios Virtuales

Como ya se mencionó, un OV es una herramienta computacional que permite almacenar, acceder y procesar información de manera eficiente en grandes bases de datos distribuidas alrededor de todo el mundo, utilizando intensivamente el Internet para operar sobre los datos. De manera general podemos decir que normalmente están compuestos por varios módulos como los asociados a: la adquisición y la operabilidad de los datos, la generación de las bases de datos, las herramientas de búsquedas en las distintas bases, el diseño y desarrollo de las herramientas de reducción y procesamiento, los relacionados con la visualización, etcétera. El éxito de los OV radica en la capacidad de poder interactuar entre las distintas bases de datos de manera sencilla desde una computadora de escritorio conectada a la red, la Alianza Internacional de Observatorios Virtuales, (IVOA por sus siglas en inglés), es la entidad federativa responsable de dictar los estándares sobre la forma de "operar" los OV. Estos estándares van desde la manera en la que se "etiquetan" los datos (generar el metadato) hasta la implementación de herramientas computacionales que se aplicarán sobre ellos.

Existen diferentes grupos de trabajo en el IVOA que se encargan de generar estos estándares, los cuales están relacionados con las aplicaciones, los sistemas de búsquedas, la forma de comunicar las bases de datos, la modelación de los datos, la generación de reglas para los metadatos, entre otros. IVOA agrupa a 15 países (Alemania, Armenia, Australia, Canadá, China, España, Estados Unidos, Francia, Hungría, India, Italia, Japón, Korea, Reino Unido y Rusia,) y a la Comunidad Europea (ver figura 2), algunos de los miembros cuentan con telescopios terrestres o naves espaciales, como es el caso de Estados Unidos, pero otros no, tal como la India, sin embargo, todos trabajan en el desarrollo de diversas herramientas computacionales para operar las bases de datos, que están disponibles para la comunidad científica.



Figura 2. Alianza Internacional de Observatorios Virtuales

Afortunadamente, ya es posible contar con un gran número de herramientas que facilitan la manera de llevar a cabo la minería de datos, la cual consiste literalmente en "extraer" la información valiosa de una "montaña de datos". Existen aplicaciones desarrolladas por el grupo de programadores del IVOA, como TOPCAT, por mencionar alguna, que mediante una interfase gráfica interactiva proporciona muchas de las facilidades que los astrónomos necesitan para analizar y manipular datos (ver figura 3), por ejemplo, maneja diferentes formatos de datos como FITS y VOTable, además de ofrecer diferentes formas de visualizarlos y analizarlos. Cabe mencionar que una de sus principales fortalezas es la de acceder rápidamente a grandes volúmenes de datos.

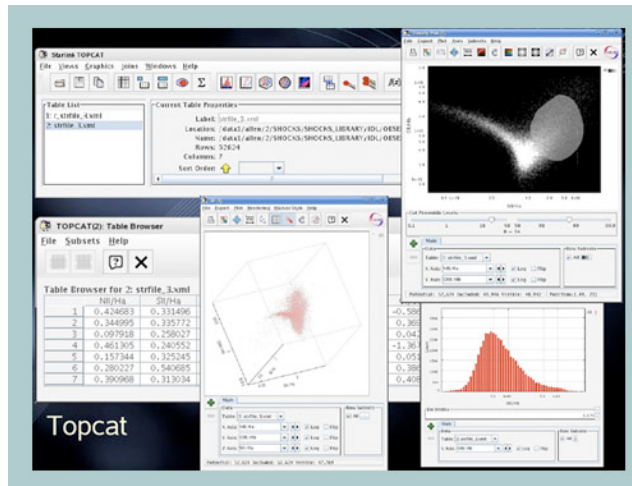


Figura 3. Ejemplo del tipo interfaces que utiliza Topcat (Mark Allen)

Observatorios Virtuales Teóricos

Es bien sabido que las simulaciones numéricas juegan un papel fundamental para estudiar y entender la evolución de diferentes eventos astronómicos que ocurren en el Universo, ya que estos fenómenos cósmicos necesitan de miles o millones de años para desarrollarse y nos sería imposible llevar un seguimiento puntual debido a que los seres humanos vivimos en promedio 80 años. Hoy en día gracias al uso de equipos de cómputo de alto rendimiento y al desarrollo de complejos códigos numéricos astrofísicos, es posible llevar a cabo simulaciones numéricas astrofísicas con gran detalle a muy alta resolución. Esto trae como consecuencia que la cantidad de datos generados por cada una de estas simulaciones sea muy grande, no sólo por la simulación numérica resultante, sino porque para llegar al resultado deseado en ocasiones se requiere llevar a cabo un sinnúmero de cálculos numéricos previos.

El concepto de Observatorio Virtual Teórico (OVT), está estrechamente relacionado con un OV, sólo que en lugar de almacenar datos obtenidos con telescopios, esta conformado por datos generados por modelos astrofísicos teóricos. El objetivo de este tipo de observatorios es el de proporcionar a la comunidad científica con poca o nula experiencia en códigos numéricos, una serie de herramientas computacionales que le permitan realizar simulaciones numéricas, ejecutando remotamente un código o bien utilizando datos de cálculos numéricos que ya han sido ejecutados con anterioridad, aprovechando las características que ofrece el envío de datos por *Internet* y en su caso las redes de alta velocidad.

En el 2004 se creó el "*IVOA Theory Interest Group*", el cual tiene como objetivo principal garantizar que los datos teóricos estén considerados en los procesos de estandarización del Observatorio Virtual, una de sus principales tareas es desarrollar herramientas que permitan comparar los resultados teóricos con las observaciones y viceversa. Algunos ejemplos de OVT que se han realizado en otros países se pueden ver en la tabla 1.

Observatorio	País
Cosmo.Lab	Italia
Modelo de Síntesis de Población Estelar de nuestra Galaxia	Francia
Proyecto Virgo	Alemania

Tabla 1. Ejemplos de algunos Observatorios Virtuales Teóricos

Observatorio Virtual Solar Mexicano

En el caso particular de México, la UNAM a través de la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico y de los Institutos de Astronomía y Ecología desarrollaron el primer Observatorio Virtual Solar de nuestro país, el Observatorio Virtual Solar Mexicano (OVSM). Este fue diseñado a partir de la premisa de crear una herramienta computacional sencilla de utilizar, que cumpliera con los requisitos básicos de un Observatorio Virtual, donde la base de datos se genera automáticamente con resultados de simulaciones numéricas que son ejecutadas remotamente en un servidor, y no con datos observacionales. Sus características hacen que sea una excelente opción para que estudiantes o investigadores que trabajan con datos observacionales, cuenten con un modelo hidrodinámico opcional que les permita interpretar sus datos. Es importante mencionar que esta herramienta computacional está diseñada para académicos que no cuentan con equipos de cómputo de alto rendimiento o no son expertos en códigos numéricos, todo se hace a través de una interfase web intuitiva. Hasta el momento el OVSM está orientado al estudio de la Evolución de Eyecciones de Masa Coronar (EMC) en el Medio Interplanetario, tema de gran interés para investigadores dedicados a estudiar problemas vinculados al clima espacial, el cual es un conjunto de fenómenos e interacciones que se desarrollan en el medio interplanetario y que está regulado fundamentalmente por la actividad que se origina en el Sol, y nos proporciona información sobre el estado de perturbación del ambiente entre la Tierra y el Sol (ver figura 4).

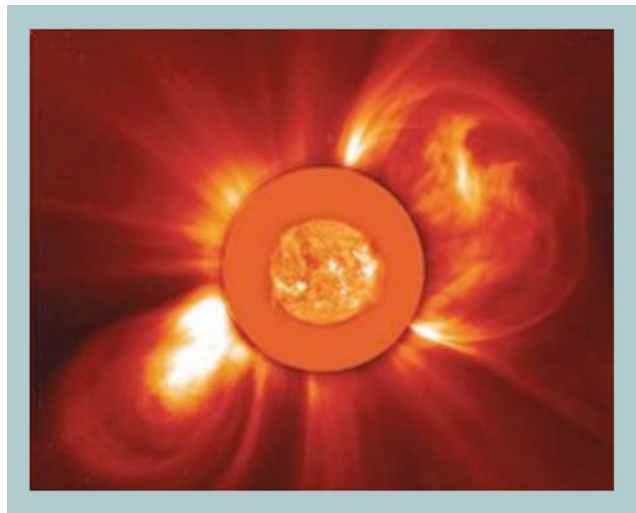


Figura 4. En esta imagen se muestran 2 EMC simétricamente opuestas. Las observaciones se realizaron el 8.Diciembre.2000 con la nave espacial SOHO, utilizando el coronógrafo LASCO-C2. Una imagen del EIT tomada el mismo día ha sido superpuesta en lo que sería el coronógrafo C2, el cual es usado para ocultar la luz fotosférica y poner así de manifiesto la débil señal coronal en luz blanca. (*Solar & Heliospheric Observatory, SOHO*).

La arquitectura computacional del OVSM está basada en tres módulos; el primero corresponde al diseño de la Interfaz gráfica de usuario (GUI por sus siglas en inglés), el segundo está relacionado con la ejecución de la simulación numérica remota y el tercero con la generación de la base de datos. Cada uno de estos módulos está vinculado entre sí (ver Hernández-Cervantes, *et al.* 2008).

Algunos ejemplos de otros Observatorios Virtuales Solares que se han desarrollado se muestran en la tabla 2. Un ejemplo del tipo de resultados que se pueden obtener con el OVSM se puede ver en el video 1.

Observatorio	País
NVSO	Estados Unidos
VESO	México
VSTO	Estados Unidos

Tabla 1. Ejemplos de algunos Observatorios Virtuales Teóricos

align="center"

Video 1. Aquí presentamos la generación del viento solar junto con la evolución temporal de una eyección de masa coronal en dicho medio. La cantidad física que mostramos es la densidad en una escala logarítmica de colores; en la parte superior derecha se exhiben los valores de la densidad de partículas, la temperatura y la velocidad que tiene el medio a una unidad astronómica.

Conclusiones

El desarrollo de la astronomía esta íntimamente ligada a los avances tecnológicos, en el caso de los Observatorios Virtuales, las nuevas tecnologías de la información han facilitado a la comunidad científica el manejo de los enormes volúmenes de datos, generados por telescopios y como resultado de diferentes simulaciones numéricas, proporcionándoles una excelente herramienta para hacer investigación de frontera y ofreciendo la posibilidad de combinar la observación con la teoría y viceversa, con el objeto de entender el desarrollo de nuestro Universo.

Agradecimientos

Este trabajo fue parcialmente financiado por el proyecto PAPIIT IN121609-3 de la DGAPA, UNAM.

Bibliografía

Brunner, R., Djorgovski, S.G., Prince, T., & Szalay, A. 2002, in: *Handbook of Massive Data Sets*, eds. J. Abello et al., Dordrecht: Kluwer Academic Publ., p. 931.

Chandra X-Ray Observatory, <http://physics.nist.gov/PhysRefData/Chandra/index.html>

Djorgovski, S.G., & Beichman, C. 1998, BAAS, 30, 912.

Djorgovski, S. G.; Williams, R., 2005, From Clark Lake to the Long Wavelength Array: Bill Erickson's Radio Science ASP Conference Series, Vol. 345, edited by N. Kassim, M. Perez, M. Junor, and P. Henning, p.517-530

Faint Images of Radio Sky at Twenty Centimeters, <http://sundog.stsci.edu/>

Hernández-Cervantes, L., González-Ponce A., Santillán A. and Salas G., "Computational backbone of the Mexican Virtual Solar Observatory", VII Conferencia Latinoamericana de Geofísica Espacial, Mérida, Mérida, Yucatán, 2008.

Hubble Space Telescope, <http://www.stsci.edu/hst/>

International Virtual Observatory Alliance, <http://www.ivoa.net/>

Large Synoptic Survey Telescope, <http://www.lsst.org/lsst>

Mark Allen, *Overview of VO applications*, "Astronomy with Virtual Observatories", Pune, India, Oct 15, 2007

Moore, G., 1965, "Cramming More Components onto Integrated Circuits", *Electronics Magazine* Vol. 38, No. 8.

Observatorio Virtual Solar Mexicano, <http://mvso.astrosu.unam.mx>

Sloan Digital Sky Survey, <http://www.sdss.org/dr3/index.html>

TOPCAT, <http://www.star.bris.ac.uk/>

Two Micron All Sky Survey, <http://www.ipac.caltech.edu/2mass/>

HERNÁNDEZ, CERVANTES, Liliana; Santillán González, Alfredo J. y González-Ponce, Alejandro R. "Observatorios Virtuales Astrofísicos ". Revista Digital Universitaria [en línea]. 10 de octubre de 2009, Vol. 10, No. 10 [Consultada: 11 de octubre de 2009]. Disponible en Internet: <<http://www.revista.unam.mx/vol.10/num10/art62/int62.htm>>

ISSN: 1607-6079.



[Inicio](#)



CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITÁRIOS



Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el Desarrollo

Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Ficha de catalogación

Título:	Observatorios virtuales astrofísicos	
Autor:	Liliana Hernández Cervantes	
Fuente:	<i>Proyecto Iberoamericano de Divulgación científica (OEI-AECID)</i>	
Resumen:	Las imágenes que ofrecen los telescopios astronómicos ya no tienen sólo como destino los ojos y la memoria de los humanos. Detectores y memorias digitales captan información continua y creciente sobre lo que sucede en el cielo. Los telescopios son ahora generadores de bases de datos cuya gestión y tratamiento plantea problemas nuevos. Así surge el concepto de observatorio virtual astrofísico. Un entorno que permite trabajar con esa información a redes de astrónomos que colaboran en su seguimiento y tratamiento. La arquitectura y ubicación de estos nuevos observatorios poco tienen que ver con la imagen tópica de la tradicional cúpula blanca en lo alto de un monte desolado.	
Fecha de publicación:	10/2009	
Formato		Noticia
	X	Reportaje
		Entrevista
		Artículo de opinión
Contenedor:		1. Los retos de la salud y la alimentación
		2. Los desafíos ambientales
		3. Las nuevas fronteras de la materia y la energía
	X	4. La conquista del espacio
		5. El hábitat humano
		6. La sociedad digital
		7. Otros temas de cultura científica
Referencia:	4ACH33	



CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITÁRIOS



Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el Desarrollo

Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Propuesta didáctica
Actividades para el alumnado

1. Señala cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuáles falsas teniendo en cuenta lo que se dice en el texto sobre los observatorios astrofísicos virtuales:

1. La cantidad de información acumulada en astronomía se duplica cada año.	V	F
2. La información astronómica aumenta porque aumentan de tamaño los telescopios.	V	F
3. Crecen más rápidamente los espejos primarios de los telescopios que los detectores CCD.	V	F
4. La información astronómica se almacena en el mismo lugar en el que está instalado el telescopio que la obtiene.	V	F
5. Sólo en ciencias como la astronomía se manejan grandes volúmenes de datos que es preciso organizar.	V	F
6. En el diseño de los observatorios virtuales juega un papel importante Internet.	V	F
7. En los observatorios virtuales han de colaborar astrónomos e ingenieros de la computación.	V	F
8. No existen alianzas internacionales de observatorios virtuales, cada país funciona aisladamente con el suyo.	V	F
9. Hoy los astrónomos pueden acceder a la información que necesitan sin manejar bases de datos.	V	F
10. La compatibilidad entre las bases de datos astronómicos no plantea ningún problema ni han de acordarse estándares compartidos ya que el fondo de todas las imágenes siempre es negro.	V	F

2. Busca información sobre los siguientes conceptos: ley de Moore, espejos primarios, detector CCD, arquitectura computacional.

3. Repasa las unidades que se utilizan para denominar las cantidades de información de las que se habla en el texto. Comenta su significado y señala con qué otras cantidades de datos no astronómicos se podrían comparar.

4. ¿Qué tipos de observatorios astronómicos existen? ¿En qué se diferencia un observatorio virtual de los demás?

5. Busca información sobre alguno de los observatorios astronómicos citados en el texto.

6. ¿Por qué se generan tantos datos sobre observaciones astronómicas? ¿Para qué sirven? ¿A qué otras disciplinas científicas se podrían aplicar esos sistemas de procesamiento de la información?

7. Sobre cada frase de la siguiente quiniela señala tu postura de acuerdo, desacuerdo o duda. Selecciona dos o tres frases de la quiniela que te parezcan destacables (estés o no de acuerdo con lo que dicen) y redacta un comentario sobre ellas.

Quiniela sobre los observatorios astrofísicos virtuales			
1. Todos los observatorios astrofísicos deben estar ubicados en un lugar alto y con el cielo despejado.	1	X	2

2. La observación del cielo no es necesaria. No se debe invertir dinero en esas ciencias.	1	X	2
3. Las bases de datos creadas para los observatorios astrofísicos podrían tener utilidad para procesar información de otras disciplinas científicas.	1	X	2
4. No tiene sentido almacenar tanta información sobre el cielo. Seguramente la mayoría de esa información es repetida.	1	X	2
5. Toda la información que tenemos sobre el cielo procede de grandes telescopios ópticos.	1	X	2
6. No es bueno compartir ese tipo de información con otros países, cada uno debe utilizar sólo la suya.	1	X	2
7. Los observatorios astrofísicos virtuales son una prueba clara de que la mejor ciencia ya no tiene fronteras.	1	X	2
8. Los países iberoamericanos no deberían participar en proyectos de este tipo. Tienen otros temas más importantes sobre los que investigar y en los que invertir sus recursos.	1	X	2
9. El principal problema con esa información astronómica es dónde almacenarla, no cómo tratarla.	1	X	2
10. Sería interesante trabajar en un observatorio astrofísico virtual.	1	X	2

1: De acuerdo; **X:** En duda; **2:** En desacuerdo



CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITÁRIOS



Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el Desarrollo

Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Propuesta didáctica
Sugerencias para el profesorado

- De entre las actividades propuestas conviene elegir cuáles se adaptan mejor al grupo y a sus intereses. En todo caso, antes de proponer la realización de las actividades se recomienda una lectura atenta del texto.
- La actividad 1 facilita el análisis del contenido del texto. Su revisión permitirá aclararlo y resolver posibles dudas. La actividad 2 sugiere buscar información sobre algunos de los conceptos que se citan en el texto. En la actividad 3 se plantea un análisis de las magnitudes de información que se gestionan en las bases de datos de las que se habla en el texto. Las actividades 4 y 5 sugieren diferenciar los tipos de observatorios astronómicos que existen y ampliar información sobre alguno de ellos. La actividad 6 se centra en los motivos por los que se genera tanta información en astronomía y la posible utilidad de la misma y del conocimiento para generar las bases de datos con las que se gestiona. La actividad 7 plantea cuestiones valorativas que pueden generar cierta controversia en relación con esos temas.
- Aunque las actividades propuestas están redactadas para ser realizadas individualmente, varias de ellas son especialmente propicias para ser desarrolladas en equipo o incluso en debate abierto con toda la clase. Es especialmente interesante, en este sentido, compartir los trabajos sobre las actividades 4, 5 y 6.
- Podría ser oportuno registrar algunos de los comentarios y las respuestas que aparecen en el aula en torno a las actividades 6 y 7. Tales apreciaciones pueden ser útiles para conocer las percepciones que los jóvenes tienen sobre el interés de la astronomía y la forma en que se desarrolla el conocimiento en esta disciplina.