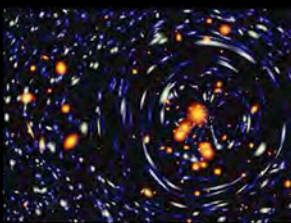
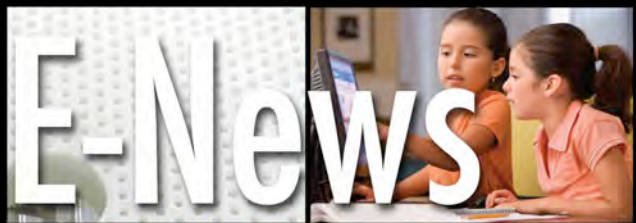


Large Synoptic Survey Telescope



LSST E- News

Julio 2011 • Tomo 4, Número 2

NOTICIAS DE LA OFICINA DE PROYECTO

Grandes avances se han producido en este trimestre, incluyendo la programación de la Fundación Nacional de Ciencia (NSF) de la Revista de LSST Diseño Preliminar (PDR) para la semana del 29 de agosto en Tucson. PDR es un elemento clave en la evaluación para obtener fondos para la construcción de parte de la NSF. Esta revisión que durará una semana, evaluará la solidez del diseño técnico y la integridad del presupuesto y la planificación de la construcción.

Para estar listos para esta revisión, el Board de Directores ha formulado un panel de revisión externo para evaluar la preparación del Proyecto LSST para la NSF PDR. En la reunión de tres días que se llevará a cabo a mediados de Julio, se espera que el panel le entregue al Board de Directores un informe que contenga: un resumen general de la evaluación del panel de la preparación del proyecto, una lista de problemas relevantes y recomendaciones de alta prioridad.

Con lo que respecta al Departamento de Energía (DOE), tenemos el agrado de anunciar que el DOE aprobó una pieza clave en el desarrollo de la cámara LSST: CD-0. Esta “Decisión Crítica Cero” (CD-0) para un proyecto etapa IV de Energía Oscura establece formalmente la necesidad de un proyecto de esta naturaleza como parte de la misión de la agencia. Además, asigna un financiamiento y nombra al LSST como la primera opción para este tipo de proyectos. Para más información: <https://news.slac.stanford.edu/features/lsst-camera-passes-first-funding-milestone-0>

Bajo la dirección del encargado de sistemas de LSST Zeljko Ivezic, existe documentación actualizada en el siguiente sitio web: <http://arxiv.org/abs/0805.2366> al cual se puede acceder en <http://www.lsst.org/overview>

Le damos la bienvenida a dos nuevos miembros del equipo LSST: Mario Juric, Científico de Proyecto de Manejo de Datos y al Especialista en Documentación Robert McKercher. Mario tiene gran experiencia en manejo de datos y ha trabajado con datos de DSDD y PAN-STARRS. Mario comienza sus labores en Enero. Rob ya está trabajando en la Oficina de Proyecto del LSST. Su experiencia en periodismo y en ciencia digitalizada lo convierten en el candidato ideal para administrar nuestra documentación.

Mientras que las temperaturas sobrepasan los 43 grados C, en Chile es invierno, como lo muestran estas hermosas imágenes de la primera nevazón en CTIO. Las cámaras web del LSST están operativas, aún cuando la preparación en terreno está casi lista en Cerro Pachón. Las imágenes se actualizan cada minuto en <http://www.lsst.org/lsst/webcam>.

Article written by Suzanne Jacoby

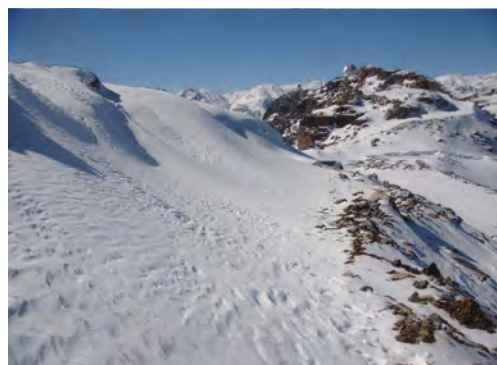


Imagen: Dos nevazones en Junio dejaron un total de casi un metro de nieve en Cerro Pachón, más de lo que ha caído en los últimos 15 años. El camino en la nieve que se muestra aquí es por donde caminaron el Board de Directores del LSST en Abril durante su visita al terreno del LSST. El fotógrafo Jeff Barr explica “La fotografía fue tomada en el extremo suroeste de la colima principal donde el camino de acceso forma una curva alrededor del extremo antes de de la cuesta final hacia la cumbre.

ASTROVIZ 2011: ¿NECESITO MIS LENTES (3D) PARA VER ESTO?

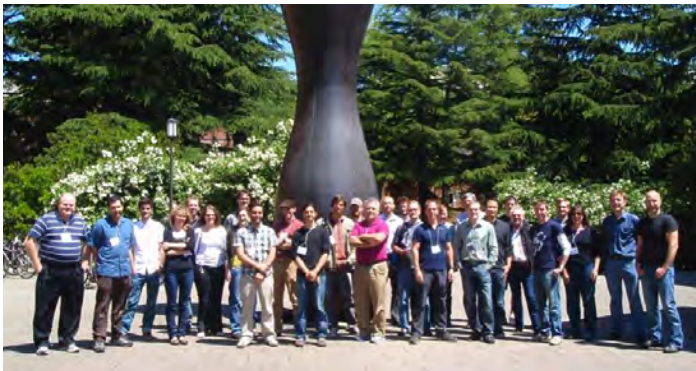
Visualización en Astronomía, AstroViz, fue el tema abordado en el taller que se llevo a cabo en la Universidad de Washington (UW) a principios de Junio. Los talleres AstroViz se han venido realizando desde 2005, agrupando a personas de distintas áreas, intereses y experiencia para discutir el desarrollo de la visualización para el uso tanto en educación como en investigación.

Con el apoyo de Microsoft Research, Andrew Connolly, el académico de astronomía de la UW y organizador del taller, facilitó la discusión de visualización en astrofísica. Los temas abarcaron desde la interactividad de usuario con bases

Continúa en p. 2

In This Issue

Proyecto Noticias	página 1
AstroViz 2011	página 2
Marla Geha	página 2
Disponibilidad de Datos	página 3
Lentes gravitacionales fuertes	página 5



Participantes del Taller de AstroViz 2011 que tuvo lugar en la Universidad de Washington.

de datos masivas, datos de alta dimensión y la línea entre arte y ciencia. Los 40 participantes compartieron ideas de cómo llevar la información desde bases de datos complejas. También discutieron técnicas y tendencias que el LSST podría utilizar. Como Científico de Simulación de Imagen del LSST, Connolly describió como nuestra capacidad de interactuar con los datos visualmente, y hacerlo tan rápido, es crucial al momento de aprender como separar objetos astrofísicos interesantes de los cientos de miles de fuentes variables y temporales que el LSST encontrará cada noche.

El taller tuvo lugar en el nuevo planetario digital de la UW, el cual fue actualizado en 2011 transformando la cúpula en un arreglo digital de 8 millones de pixeles. Usando imágenes de World Wide Telescope (WWT ; www.worldwidetelescope.org) y un innovador sistema de 6 proyectores que utiliza equipo de home theatre, se podría reproducir este modelo en otros planetarios por un costo menor a \$ 40.000.

Marcus Lehto, Director Creativo de los Estudios Bungie, hablo acerca de “el Rol de los Cielos en Halo”, la franquicia del juego de video de ciencia ficción donde se han

registrado cientos de millones de usuarios. Lehto mostró imágenes de Halo en el planetario, recorriendo mundos virtuales con una Xbox y mostrando como se construye paso a paso el trabajo artístico de “Skybox”. La unidades procesadoras de Graphics (GPUs) que se utilizan para construir mundos reales en Halo en tiempo real han transformado los video juegos. A su vez, los juegos de video llevan el desarrollo de tecnologías de computación mas allá de la visualización, incluso abarcando áreas del procesamiento y análisis del flujo de imágenes del LSST.

Otro destacado del AstroViz fue Nick Risinger, quien mostró su Photopic Sky Survey (<http://skysurvey.org/>), una fotografía de 5.000 megapíxeles de todo el cielo nocturno de 37,440 exposiciones. Su esfuerzo de un año completo de fotografiar el cielo y procesar dichas imágenes en una sola valió la pena ya que todos quedamos asombrados, explica Nick, cuando se proyecto Photopic en la cúpula por primera vez. Las observaciones del LSST permitirán obtener imágenes del todo el cielo desde Pachón un par de veces a



Photopic Sky Survey. Image credit: Nick Risinger

la semana, durante diez años, principalmente produciendo una película digital a todo color del cielo de noche. Las técnicas de astrovisualización como las discutidas en este taller se usarán para maximizar el valor científico y público del LSST. Y por supuesto, se necesitarán lentes en 3D.

La agenda de AstroViz 2011 esta disponible en línea en <http://sbg.astro.washington.edu/astroviz.shtml>

Artículo escrito por Suzanne Jacoby y Andy Connolly.

EN BÚSQUEDA DE GALAXIAS ENANAS Y OLAS GRANDES. MARLA GEHA

Marla Geha es la Co-Presidenta del grupo de colaboración Milky Way and Local Volume Structure junto a Beth Willman. Los principales objetivos científicos de este grupo son el crear un mapa de los componentes principales de la Vía Láctea, encontrar galaxias enanas que orbitan alrededor de la Vía Láctea y rastrear cualquier objeto o estructura en la Vía Láctea que proporcione evidencia de la existencia de galaxias enanas satélites destruidas por su gravedad. Para

lograr estos objetivos se requiere de datos del cielo completo.

“La cámara del LSST tiene un gran campo de visión; al unir estas imágenes, esperamos reconstruir la galaxia en la cual vivimos”.

“Los datos del LSST responderán una amplia gama de preguntas científicas. Los datos astronómicos generalmente se obtienen con un propósito muy específico, los cuales no se pueden usar para responder otras preguntas

astronómicas. Con el LSST se podrán lograr muchos objetivos distintos. Esto permitirá que se generen diálogos entre personas de distintas subdisciplinas que generalmente no tiene mucho en común. La reunión del LSST ALL Hands, que tuvo lugar en Agosto de 2010, es un buen ejemplo. Se generó mucho diálogo y energía en un solo lugar.

“Mi interés personal en el LSST es encontrar las galaxias satélites más

Continúa en p. 3



Marla Geha

débiles que orbitan a la Vía Láctea. Previo a 2005, se pensaba que las once galaxias satélites conocidas eran solo compañeras de la Vía Láctea. El Sloan Digital Sky Survey, el primer mapa digital del cielo completo, ha descubierto catorce más y se espera que se encuentren muchas más. Estas galaxias enanas nuevas son extremadamente débiles, es decir, varios millones de veces más débiles que la Vía Láctea, y menos luminosas que

cualquier galaxia conocida. Gran parte de su masa se compone de materia oscura, cualquiera sea el concepto de materia oscura que se tenga. Con el LSST podremos encontrar cientos de objetos como estos. Al completar un censo de satélites que orbitan la Vía Láctea, con el LSST tendremos una imagen mas completa de la Vía Láctea así como ‘laboratorios’ donde estudiar la materia oscura”.

Marla señala que quizás su mayor desafío es encontrar el tiempo para su investigación y a la vez ser una buena profesora: “hacer clases es muy agradable pero requiere de mucho tiempo, especialmente cuando eres el tipo de persona que lo disfruta y lo quiere hacer bien”. Una de las asignaturas que Marla imparte como Académico Adjunto en la Universidad Yale, es una asignatura dirigida a carreras no científicas. *Frontiers of Astrophysics* [Fronteras de la Astrofísica] es el nombre del curso y entre sus 80 o 100 alumnos podrían estar futuros senadores, líderes empresariales que tendrán injerencia en el financiamiento científico y las prioridades del país. Los cursos como este podrían, de alguna manera, tener un impacto en el

futuro de la ciencia y tecnología mayor que los cursos dirigidos a científicos o ingenieros. Marla está muy conciente de que es crucial involucrar a estos estudiantes en hechos y procesos de la ciencia. Espera utilizar algunos de los conocimientos obtenidos con el LSST en sus clases.

La carrera de Marla comienza con una Licenciatura en Ciencias en la Universidad Cornell, luego un Magister en Ciencias en la Universidad del Estado de Nuevo México para concluir su educación con un Doctorado en Astronomía y Astrofísica en la Universidad de California en Santa Cruz. Actualmente se desempeña como Académico e Investigadora en Yale desde 2008. Luego de ganar varios premios, la revista *Mecánica Popular* la nombró como una de los “10 brillantes” en 2009. Su único reclamo de la ubicación de Yale es la falta de surf en Connecticut. Sin embargo, Marla se las arregla para colaborar con varios astrónomos surfistas y hacerse el tiempo para surfear olas grandes y producir ciencia en otras partes del mundo.

Anna H. Spitz y Marla Geha

EL LSST, UNA PIEZA CLAVE EN LOS CAMBIOS DE LA DISPONIBILIDAD DE DATOS

El LSST sigue siendo reconocido como un líder en el nuevo paradigma de investigación astronómica de Astronomía de Datos Intensivos realizando esfuerzos en todos los aspectos: obtener datos, compartirlos y cyberinfraestructura. Las contribuciones del LSST al avance de los sistemas computacionales, el apoyo a la próxima generación de científicos interdisciplinarios y las inversiones en las ciberinfraestructuras contribuyen a achicar el espacio entre el estar conciente de la existencia de grandes cantidades de datos y el comprender el conocimiento que ellos contienen.

Obtener Datos

El descubrimiento de lo inesperado o inusual en los datos científicos a menudo produce los descubrimientos más fundamentales en las ciencias físicas. Mientras que el crecimiento de los datos y recursos computacionales han dado lugar a nuevos modos de descubrimientos, a medida que los datos científicos crecen en tamaño, nuestra capacidad de comprender los y de encontrar lo inesperado se aminora rápidamente con los modelos actuales de análisis.

Continúa en p. 4



Jeff Kantor, Director de Proyecto para el Manejo de Datos del LSST, estima que a finales de sus observaciones el LSST habrá contribuido con unos 100.000 terabytes de datos a toda la fuente de datos astronómicos accesibles de forma pública. Los métodos tradicionales de búsqueda de discrepancias imagen por imagen serán una cosa del pasado.

La astronomía de datos intensivos utiliza análisis de datos estadísticos para permitir la extracción de información rápida, el descubrimiento de conocimiento y el apoyo a las decisiones científicas. Este nuevo paradigma pretende acercar las diferencias entre el potencial de descubrimientos científicos muy interesantes que se pueden encontrar en bases de datos masivas y las limitaciones del análisis tradicional.

Como ejemplo de las contribuciones del LSST a los avances en la ciencia de datos necesaria para la astronomía de datos intensivos, Kirk D. Borne, presidente del grupo de colaboración de Informática y Estadísticas y académico adjunto de astrofísica y ciencias de la computación en la Universidad George Mason, llama a un esfuerzo internacional para crear una tecnología de fuente de datos abierta llamada SciDB. Diseñada para abordar las ciencias a gran escala e inspirada principalmente por las necesidades del LSST, la arquitectura resultante permitirá el análisis y generación de conocimiento a una escala que prácticamente no es factible con los sistemas existentes. El apoyo de la comunidad asegurará que SciDB y tecnologías similares estén disponibles para llenar las necesidades de la ciencia de datos intensivos.

Así como la astronomía necesita avances computacionales, se está gestando una nueva generación de científicos. Se necesitará entrenamiento y habilidades de nuevos modos de colaboración interdisciplinaria entre la astronomía, la física, las ciencias de la computación, la estadística y las ciencias de la información: astroinformática. Borne recomienda el desarrollo de la astroinformática como una subdisciplina formal de la docencia y la investigación en astronomía. Proporciona un contexto natural para la integración de la investigación y docencia. La emoción y la experiencia de la investigación y los descubrimientos se propician y enseñan en las aulas a través de un paradigma de informática portátil.

Compartir Datos

El archivo de imágenes producidas por el LSST y los catálogos de objetos que se generen a partir de esos datos estarán disponibles para las comunidades científicas de EEUU y Chile sin periodo de propiedad. Los equipos de Colaboración de Ciencia y Educación del LSST han generado ideas para proyectos de investigación de Citizen Science que involucran al público en el monitoreo y clasificación de datos para el avance en la investigación astronómica. Al promover la participación de educadores, astrónomos

aficionados y científicos así como la comunidad científica tradicional, el LSST extiende su potencial científico e incrementa la diversidad de esos participantes en la exploración.

Zeljko Ivezic, académico de astronomía de la Universidad de Washington y Científico de Proyecto del LSST, explica el valor de compartir los datos. In una presentación reciente en The Case for International Sharing of Scientific Data: A Focus on Developing Countries, un simposio internacional en Washington, DC, expuso que proyectos como el Sloan Digital Sky Survey han descubierto que el compartir datos produce una cantidad de beneficios, incluyendo la extracción de mas ciencia de las bases de datos y la democratización de recursos onerosos y limitados en una amplia comunidad. “mas usuarios generan mas ciencia”, planteó Ivezic.

Cyberinfraestructura

Si el compartir datos permite la ciencia y la interdisciplinaria en el mundo y le da herramientas a grupos pequeños en países en desarrollo para que hagan “ciencia en grande”, como señala Ivezic, entonces las colaboraciones del LSST, el poner sus bases de datos por completo en Chile y en EEUU, un sistema de manejo de datos fácil para el usuario y las inversiones en las redes computacionales de Chile, pondrán el proyecto a la cabeza de la astronomía de datos intensivos.

En reuniones del simposio de Mayo en Santiago de Chile, Toward a Digital Society through Advanced Connectivity Infrastructure, Kantor destacó colaboraciones de REUNA y AmLight que proporcionarán redes entre La Serena y Santiago de Chile, hacia Urbana-Champaign, Illinois. También identificó el DAC Chileno del LSST y el nuevo National Laboratory for High Performance Computing de Chile, conectado con la mayoría de las universidades de investigación en Chile mediante REUNA (con inversión del LSST), como la base de un laboratorio en red para la ciencia de datos intensivos, no solo en astronomía.

En las mismas reuniones, Ed Seidel, Sub Director del Directorio de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Fundación Nacional de la Ciencia, discutió el nuevo énfasis del Director de la NSF en el desarrollo económico que produzca la ciencia, tecnología y colaboración internacional. Mencionó al LSST como un “modelo” de dichos proyectos. Al hacer públicos sus datos y al contribuir al desarrollo de la ciberinfraestructura en Chile, el LSST cumple dos metas. El LSST permite la producción de mas ciencia y de mejor calidad y hace una excelente labor al ayudar al mundo en desarrollo.

Artículo escrito por Robert McKercher y Suzanne Jacoby.

LENTES GRAVITACIONALES FUERTES. EL LSST REALIZA INVESTIGACIÓN EN COSMOLOGÍA, GALAXIAS DISTANTES Y MATERIA OSCURA.

Una receta sencilla: tome una gran cantidad de masa, ya sea una galaxia o un cúmulo de galaxias, y ubíquelo en la línea de visión hacia un objeto distante para crear una herramienta poderosa en el estudio de la cosmología y estructura de galaxias. Esta técnica, lentes gravitacionales, proporciona información no solo acerca de la fuente magnificada sino que también acerca del lente en primer plano. El LSST proporcionará más eventos de lentes gravitacionales fuertes de los que se haya tenido conocimiento, abriendo así un sinnúmero de posibilidades para responder algunas de las preguntas más fundamentales acerca del universo. El gran volumen de este estudio, su fotometría de gran exactitud y una serie de multi filtros producirán grandes avances en la ciencia de los lentes fuertes.

Un Pionero en Lentes

La configuración de un lente y su resultado son simples: la luz se aleja de una fuente lejana (1) y luego pasa por el primer plano de un objeto masivo - una galaxia, un grupo de galaxias y su materia oscura. La gravedad de este objeto actúa como un lente (2), torciendo y enfocando la luz hacia los observadores en la tierra (3): El LSST verá imágenes distorsionadas de la fuente. Los lentes gravitacionales fuertes ocurren cuando la densidad del objeto intermedio es tan alta que crea múltiples imágenes del objeto.

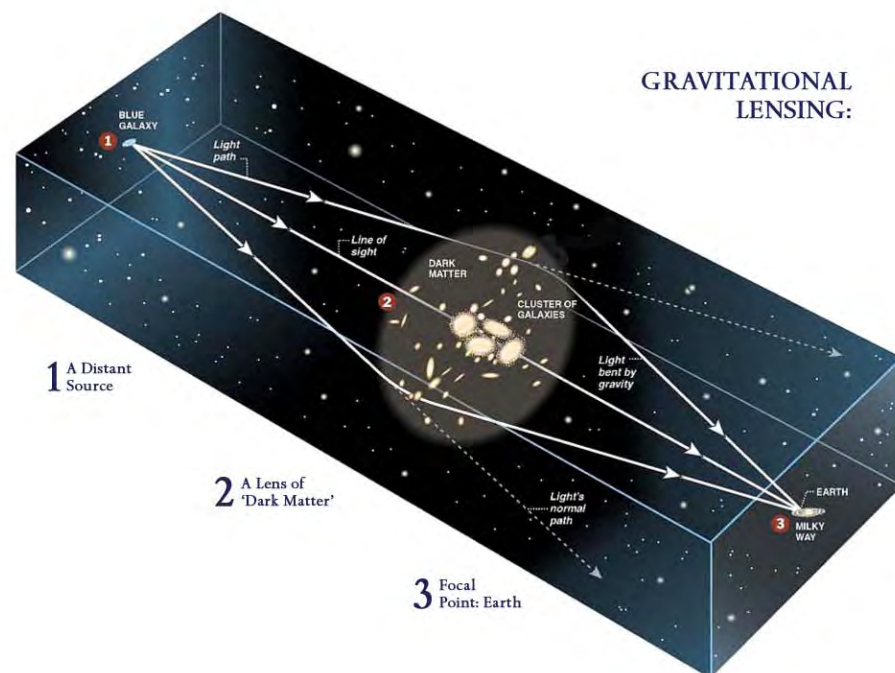
Un buen modelo de lente encaja en las posiciones de las múltiples imágenes, pero también predice la demora de tiempo del rayo en comparación con un rayo de luz que viaja en una línea recta en el espacio vacío. Aunque los investigadores no pueden calcular el tiempo de viaje de un rayo en particular, si pueden calcular la diferencia entre dos imágenes de una fuente. De modo que un objeto variable, tal

Este artículo de E-News se basa en el Capítulo 12 del Libro de Ciencia del LSST: Lentes Gravitacionales Fuertes. Los autores del Capítulo 12 son:

Phil Marshall
Maruša Bradač
George Chartas
Gregory Dubler

Árdis Elíadóttir
Emilio Falco
Chris Fassnacht
James Jee

Charles Keeton
Masamune Oguri
Anthony Tyson



Strong gravitational lensing bends light from a distant source to create distorted or multiple images. Credit: Tony Tyson, Greg Kochanski and Ian Dell'Antonio; Frank O'Connell and Jim McManus, adopted from The New York Times, www.lsst.org/lst/science/scientist_dark_matter

como el núcleo de una galaxia activa, no solo constriñe la distribución de masa de la galaxia lente, sino que también permite medir la distancia al lente. Como lo explica Phil Marshall, Presidente de grupo de Colaboración de Lentes del LSST, “los lentes bien calibrados proporcionan una plataforma de alta precisión para los experimentos en cosmología”. El LSST abrirá el área del tiempo como nunca otro telescopio lo haya hecho.

“Pesar galaxias es difícil”, señala Marshall. “Los lentes fuertes nos permiten medir la masa de galaxias y de cúmulos con una exactitud de unos pocos porcientos”.

Lentes Gravitacionales Fuertes en el LSST

El LSST descubrirá un gran número de lentes gravitacionales fuertes, gracias a su alta resolución espacial e su impresionante calidad de imágenes. La muestra será lo suficientemente grande para revelar eventos de lentes exóticos y raros. El lente típico de un objeto es una función fuerte de su masa, pero ya que las galaxias son mucho más numerosas que los grupos y cúmulos más masivos, la mayoría de los lentes se producen en galaxias elípticas masivas. Sin embargo, los investigadores esperan encontrar miles de lentes de escala grupal y de cúmulos

Continúa en p. 6

también. Marshall señala: “El LSST incrementará el número de detecciones de lentes fuertes a nivel de galaxias a un factor de 100 sobre los actuales conocidos. Esperamos encontrar cerca de 10.000 quasares con lentes durante el periodo de investigación del LSST, así como también esperamos medir los tiempos de demora en varios miles de ellos”. La muestra de quasares con lentes del LSST será de alrededor de dos magnitudes más grande que los quasares actualmente conocidos. Ya que entendemos bien las curvas de luz de supernovas (SNe), los científicos pueden usar supernovas de lentes fuertes para proporcionar estimaciones exactas de tiempos de demora entre imágenes. Los corrimientos al rojo de SNe serán de alrededor de $z \sim 0,2$. El LSST encontrará cerca de 330 supernovas con lentes. “Nadie ha visto una supernova con lente fuerte”, señala Marshall, “esperamos que sean útiles. El LSST permitirá que se usen a escala industrial e incluso podría encontrar la primera”.

Cuando una galaxia refleja el lente de un quasar distante, obtenemos información acerca de la galaxia de primer plano que genera un lente y de la fuente de segundo plano en una cantidad de diversas escalas de longitud: microlentes (~ 1 segundo de arco) debido a la distribución de masa global, mililentes (~ 1 mili arco de segundo) de subestructura de materia oscura y microlentes (~ 1 micro segundo de arco) a medida que las estrellas en la galaxia que genera el lente se cruzan por delante de la fuente. Todos estos, incluyendo el tamaño de la fuente, tienen efectos en los flujos de imágenes, las cuales se deben estudiar. Esto será posible gracias a las curvas de luz de seis bandas del LSST.

Lentes en cúmulos de galaxias. En 1986 los investigadores encontraron el primer arco gigante en Abell 370 y desde entonces han descubierto



Esta imagen del Hubble de Abell 2218 es un ejemplo de lente gravitacional. Muestra el patrón en forma de arco en la imagen, una ilusión óptica creada por el campo gravitacional. El proceso magnifica, ilumina y distorsiona las imágenes de los objetos fuente y crea un “lente zoom” para ver los objetos. Usando cúmulos de galaxias como telescopio cósmicos, el LSST ayudará a medir la función de luminosidad de galaxias $z > 7$ (el tiempo de re ionización rápida). Créditos: W. Couch (Universidad de New South Wales), R. Ellis (Universidad Cambridge) y NASA.

muchos más. La mayoría de los cúmulos de galaxias de masa grande tienen densidades de superficie lo suficientemente altas para crear lentes fuertes tales como imágenes múltiples, arcos y arcos pequeños. El número de arcos con lentes en un cúmulo es una función importante de su masa. La capacidad de detectar e identificar características de lentes fuertes depende del tamaño de la fuente, la calidad de la imagen y las propiedades detalladas de las distribuciones de masa del cúmulo. Los lentes fuertes de cúmulos son útiles para la exploración la distribución de masa en los cúmulos, lo cual es clave para entender las propiedades de la materia oscura. Las mediciones de lentes fuertes combinadas con las de lentes débiles permiten el estudio del perfil de densidad de los cúmulos en un rango amplio de radios lo cual nos lleva a cuestionar los modelos de formación de estructura.

La alta resolución del LSST proporcionará una gran ventaja sobre otras investigaciones al identificar sistemas de imágenes múltiples de acuerdo a sus colores y morfologías. Es probable

que el LSST pueda detectar cerca de 1.000 sistemas de imágenes.

El LSST estudiara muchos misterios que presentan lentes fuertes

El LSST proporcionará oportunidades de medir las estructuras de masa de galaxias masivas a medida que presenten lentes gravitacionales, permitiendo a los investigadores rastrear su evolución. Los datos del LSST producirán mediciones exactas de posiciones, flujos y demoras de tiempo de imágenes en varios miles de quasares, AGN y supernovas. Detectará alrededor de 10.000 galaxias con lentes, las cuales se pueden modelar. La muestra completa del LSST estadísticamente proporcionará la oportunidad de medir la función de masa y la evolución de masa de galaxias gigantes en un rango de corrimiento al rojo amplio incluyendo la era de su formación ($z \sim 1-2$, varios miles de millones de años después del big Bang). Marshall señala, “esperamos que los lentes fuertes del LSST proporcionen la mejor evaluación de la distribución de

Continúa en p. 7

los perfiles de densidad de galaxias masivas de hasta $z \sim 1,5$ ".

Los Grupos de Galaxias, el ambiente mas común de galaxias en el Universo local, pueden ser el lugar de muchos de los cambios en la morfología de galaxias y del rango de formación de estrellas de entre $z \sim 2$ y hoy en día. Aunque se han estudiado muy bien los grupos de galaxias a corrimientos al rojo bajo, se sabe poco de sus corrimientos al rojo moderado ($0,3 < z < 1$). Son difíciles de detectar y hay que hacer suposiciones para determinar sus masas. Los lentes fuertes proporcionan el método mas preciso para medir masas de objetos mas allá del Universo local. El gran tamaño de la muestra (cerca de 1,000 grupos), amplio rango de corrimiento al rojo y mediciones rigurosas permitirán un estudio sin precedentes de masa en grupos de galaxias.

La cosmografía es la medición de la escala de distancia del Universo y sus parámetros fundamentales. La gran cantidad de lentes fuertes que se observará con el LSST servirán para el trabajo estadístico de la cosmografía. Al combinar las limitaciones del tiempo de retraso con los de cúmulos de galaxias y supernovas, los investigadores podrán lograr una mayor exactitud en la ecuación de energía oscura. "Unos cuantos cientos de lentes con

tiempo de retraso medidos con el LSST nos darán una medición muy interesante y complementaria de la expansión acelerada del universo", señala Marshall.

La variabilidad cromática se observa en Nucleos Galactivos Activos (AGN) con lentes, regiones compactas en el centro de la galaxia la cual muestra una luminosidad mucho mayor que lo normal en un área espectral amplia. Esta variabilidad implica que el tamaño efectivo de la región de emisión, es decir el disco de acreción, varía con la longitud de onda. Con la cantidad de datos del LSST, los científicos podrán sondear la estructura de disco como función de la luminosidad de AGN, masa de hoyos negros y propiedades de galaxias huéspedes.

El Medio Interstelar (ISM) en galaxias genera extinción de luz que pasa a través de ella. Ya que las fuentes de segundo plano de lentes gravitacionales proporcionan dos o cuatro líneas de visión a través de la galaxia, los científicos pueden determinar la curva extinción diferencial de la galaxia que se interpone. Los datos combinados del LSST de cuasares y supernovas con lentes permitirán estudios estadísticos de propiedades de extinción de galaxias de alto corrimiento al rojo y de la evolución de las distribuciones de polvo con corrimiento al rojo y su diferencia entre tipos de galaxias, por primera vez fuera del Grupo Local.

Existe gran cantidad de materia oscura en los cúmulos de galaxias. Los datos del LSST permitirán el análisis de las distribuciones de materia oscura y su interacción con los componentes de masa bariónica. Con la muestra del LSST de mas de 1.000 cúmulos que pueden presentar lentes, los científicos podrán sondear y poner limites en la auto interacción de la materia oscura, seguir el crecimiento de estructura de

materia oscura a través del tiempo cósmico, y usar cúmulos bien calibrados como telescopios cósmicos para estudiar galaxias de menor luminosidad que son difíciles de observar.

La función de masa de un cúmulo es una de los cuatro sondeos mas promisorios de energía oscura. El LSST ofrecerá una oportunidad única de estudiar la dinámica de cúmulos en detalles sin precedentes y de ahí construir una función de masa que permitirá la cuantificación de los efectos de energía oscura. Marshall explica, "La función de masa es muy sensible en la cosmología y son estos cúmulos masivos los que producen los lentes mas fuertes. Combinar lentes fuertes con débiles en mediciones de masa de cúmulos a gran escala con el LSST es un prospecto tentador".

Desde masas de las galaxias mas pesadas a la naturaleza de la materia oscura e incluso la energía oscura, los ciencia de lentes con el LSST proporcionará oportunidades sin precedentes para la investigación de misterios fundamentales del Universo.

Article written by Anna H. Spitz and Phil Marshall

Otros Miembros de Equipo de Lentes:

*Tim Axelrod
Ted Baltz
Roger Blandford
Ross Fadely
Veronica Motta
Aaron Roodman
Chris Stubbs
Tommaso Treu
Michael Strauss*

LSST E-News Team:

Suzanne Jacoby (Editor-in-Chief)

Anna Spitz (Writer at Large)

Mark Newhouse (Design & Production: Web)

Emily Acosta (Design & Production: PDF/Print)

Sidney Wolff (Editorial Consultant)

También contribuyeron al como se señaló

El LSST es una sociedad pública-privada. La actividad de diseño y desarrollo es apoyada en parte por la Fundación Nacional de Ciencias. Financiamiento adicional proviene de donaciones privadas, proyectos a universidades, y apoyo voluntario de los laboratorios del Departamento de Energía y otros Miembros Institucionales de Miembros:

Adler Planetarium; Brookhaven National Laboratory (BNL); California Institute of Technology; Carnegie Mellon University; Chile; Cornell University; Drexel University; Fermi National Accelerator Laboratory; George Mason University; Google, Inc.; Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics; Institut de Physique Nucléaire et de Physique des Particules (IN2P3); Johns Hopkins University; Kavli Institute for Particle Astrophysics and Cosmology (KIPAC) - Stanford University; Las Cumbres Observatory Global Telescope Network, Inc.; Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL); Los Alamos National Laboratory (LANL); National Optical Astronomy Observatory; Princeton University; Purdue University; Research Corporation for Science Advancement; Rutgers University; SLAC National Accelerator Laboratory; Space Telescope Science Institute; Texas A & M University; The Pennsylvania State University; The University of Arizona; University of California at Davis; University of California at Irvine; University of Illinois at Urbana-Champaign; University of Michigan; University of Pennsylvania; University of Pittsburgh; University of Washington; Vanderbilt University

LSST E-News es una publicación de correo electrónico gratuito del El Gran Telescopio de Inspección Sinóptica Es sólo para fines informativos, y la información está sujeta a cambios sin previo aviso.

Copyright © 2011 LSST Corp., Tucson, AZ • www.lsst.org

LSST
Large Synoptic Survey Telescope

